

ICS 91.200

CCS P 72



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3551—2024

代替 SH/T 3551—2013
SH/T 3521—2013

石油化工仪表工程施工及验收规范

Specification for construction and acceptance of instrumentation engineering in petrochemical industry

2024-03-29 发布

2024-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	4
5 仪表设备和材料的检验和保管	5
5.1 检验	5
5.2 保管	6
6 仪表单体校验	6
6.1 一般规定	6
6.2 仪表单体设备	7
6.3 执行器	8
6.4 现场总线仪表	9
7 仪表设备安装	9
7.1 一般规定	9
7.2 仪表盘、柜、箱和操作台	10
7.3 就地仪表盘、箱	10
7.4 温度仪表	11
7.5 压力仪表	11
7.6 流量仪表	12
7.7 物位仪表	15
7.8 分析仪表	16
7.9 机械量检测仪表	16
7.10 执行器	17
8 综合控制系统安装与试验	17
8.1 一般规定	17
8.2 综合控制系统安装	18
8.3 综合控制系统试验	18
9 仪表线路安装	20
9.1 一般规定	20
9.2 支架制作与安装	21
9.3 电缆桥架安装	22
9.4 电缆保护管安装	23
9.5 电缆敷设	24
9.6 光缆敷设	25

9.7 电缆接线	26
10 电气防爆和接地	27
10.1 一般规定	27
10.2 爆炸和火灾危险环境的仪表装置施工	27
10.3 保护接地	28
10.4 工作接地和屏蔽接地	29
10.5 防雷和防静电接地	29
10.6 接地连接	29
11 测量管道安装	30
11.1 一般规定	30
11.2 测量管道安装	32
11.3 分析取样管道安装	33
11.4 隔离与吹洗管道安装	33
11.5 测量管道试验	34
12 仪表气源管道和信号管道安装	34
12.1 气源管道	34
12.2 气动信号管道	35
12.3 气动管道的压力试验与吹扫	35
13 仪表伴热系统安装	36
13.1 一般规定	36
13.2 蒸汽、热水伴热	36
13.3 电伴热	36
13.4 仪表绝热工程	37
14 仪表系统试验	37
14.1 一般规定	37
14.2 回路试验	38
14.3 联锁保护和程序控制系统试验	39
15 工程验收	39
15.1 交接验收条件	39
15.2 施工过程技术文件和交工技术文件	40
附录 A (资料性附录) 常用缩略词对照表	41
附录 B (资料性附录) 仪表校验常用仪器	45
附录 C (规范性附录) 节流装置上下游直管长度	47
本标准用词说明	50
附：条文说明	51

Contents

Foreword.....	V
1 Scope.....	1
2 Normative references.....	1
3 Term and definitions.....	1
4 General requirements.....	4
5 Inspection and storage for instruments & materials.....	5
5. 1 Inspection.....	5
5. 2 Storage.....	6
6 Calibration and testing of instruments.....	6
6. 1 General requirements.....	6
6. 2 Single instrument.....	7
6. 3 Actuators.....	8
6. 4 Fieldbus instruments.....	9
7 Installation of instrumentation.....	9
7. 1 General requirements.....	9
7. 2 Instrument panels, cabinets, boxes and consoles.....	10
7. 3 Local control panels and junction boxes.....	10
7. 4 Temperature instruments.....	11
7. 5 Pressure instruments.....	11
7. 6 Flow instruments.....	12
7. 7 Level instruments.....	15
7. 8 Analyzers.....	16
7. 9 Mechanical measuring & detecting instruments.....	16
7. 10 Actuators.....	17
8 Installation & testing of comprehensive control system.....	17
8. 1 General requirements.....	17
8. 2 Installation of comprehensive control system.....	18
8. 3 Testing of comprehensive control system.....	18
9 Installation of instrument cable routing and cabling.....	20
9. 1 General requirements	20
9. 2 Fabrication and installation of supports.....	21
9. 3 Cable tray installation.....	22
9. 4 Conduit installation.....	23
9. 5 Cable laying.....	24
9. 6 Fiber optical cable laying.....	25

9.7	Cable wiring.....	26
10	Electrical explosion protection and earthing.....	27
10.1	General requirements.....	27
10.2	Instrument construction for hazardous area.....	27
10.3	Protective earthing.....	28
10.4	Instrument earthing and shield earthing.....	29
10.5	Lightning and electrostatic earthing.....	29
10.6	Bounding.....	29
11	Installation of instrument impulse line.....	30
11.1	General requirements	30
11.2	Installation of impulse line.....	32
11.3	Installation of analyzing & sampling line.....	33
11.4	Installation of isolating & purging line.....	33
11.5	Test of impulse line.....	34
12	Installation of instrument air piping and pneumatic signal tubing.....	34
12.1	Air piping.....	34
12.2	Pneumatic signal tubing.....	35
12.3	Pressure test & purging of instrument air line.....	35
13	Installation of instrument heat tracing system.....	36
13.1	General requirements	36
13.2	Steam and hot water heat tracing.....	36
13.3	Electric heat tracing.....	36
13.4	Instrument insulation engineering.....	37
14	Testing of instrument system.....	37
14.1	General requirements	37
14.2	Loop test.....	38
14.3	Function test.....	39
15	Acceptance of instrument works.....	39
15.1	Handover acceptance conditions.....	39
15.2	Construction and handover documentations.....	40
Appendix A (Informative)	Abbreviations.....	41
Appendix B (Informative)	Normal standard apparatus for instrument calibration.....	45
Appendix C (Normative)	Minimum straight pipe length required for throttling device.....	47
Explanation of wording in this specification.....		50
Add: Explanation of the specification.....		51

前　　言

根据中华人民共和国工业和信息化部《2019年第二批行业标准制修订项目计划》（工信厅科函[2019]195号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本标准。

本标准共分15章和3个附录。

本标准是在《石油化工仪表工程施工质量验收规范》SH/T 3551-2013基础上，合并了SH/T 3521-2013《石油化工仪表工程施工技术规程》的相关内容修订而成，修订的主要技术内容是：

——对标准名称进行变更，更改为《石油化工仪表工程施工及验收规范》；

——增加了术语和定义；

——将原标准第4章“施工准备”的内容做了调整，只保留了其中“仪表设备和材料的检验和保管”部分的内容；

——删除了原标准第5章“取源部件的安装”，将部分内容融合到“仪表设备安装”章节中；

——增加了现场总线仪表试验的内容；

——调整原章节结构，将原标准第7章“控制系统调试”和第8章有关“过程控制系统安装”的内容合并组成一章“综合控制系统安装与试验”，并对控制系统试验部分做了较大修改；

——补充了仪表测量管道卡套式接头的安装要求；

——修订了仪表接地部分的内容；

——增加了仪表回路试验时现场总线仪表的试验内容；

——增加了资料性附录“仪表校验常用仪器”和规范性附录“节流装置所需的最短直管长度”，删除了原标准的资料性附录“仪表和其它专业的界面”。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布和管理机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国石油化工集团公司负责管理，由中国石油化工集团公司施工技术宁波站负责日常管理，由中石化第十建设有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送日常管理单位和主编单位。

本标准日常管理单位：中国石油化工集团公司施工技术宁波站

通讯地址：浙江省宁波市科技园区院士路660号

邮政编码：315103

电　　话：0574-87975406

传　　真：0574-87974566

本标准主编单位：中石化第十建设有限公司

通讯地址：山东省青岛市黄岛区漓江西路677号

邮政编码：266555

本标准参编单位：中石化宁波工程有限公司

　　集团公司自控中心站

本标准主要起草人员：邱献文　沙海勇　王金勇　曹　巍　张同科　谭志良　张媛媛

本标准主要审查人员：张权发　葛春玉　金　超　胡　平　杨　荻　施心阳　夏　季　曹伟伟
张交琼　孙志芬　马迎宾　何轶奕　董文寰　杨晓萌　郑梦丹

本标准2013年首次发布，本次为第1次修订。

石油化工仪表工程施工及验收规范

1 范围

本标准规定了石油化工仪表工程施工及验收的技术要求。

本标准适用于新建、改建和扩建的石油化工和以煤为原料的煤化工装置仪表工程的施工及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 2624 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量
- GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范
- GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准
- GB 50257 电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
- GB/T 50484 石油化工建设工程施工安全技术标准
- GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- GB 50517 石油化工金属管道工程施工质量验收规范
- GB 50645 石油化工绝热工程施工质量验收规范
- GB 51171 通信线路工程验收规范
- SH/T 3019 石油化工仪表管道线路设计规范
- SH/T 3020 石油化工仪表供气设计规范
- SH/T 3081 石油化工仪表接地设计规范
- SH/T 3104 石油化工仪表安装设计规范
- SH/T 3164 石油化工仪表系统防雷设计规范
- SH/T 3501 石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范
- SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件规定
- SH/T 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 仪表 instrumentation

对被测变量和被控变量进行测量和控制的装置和系统的总称。

3.2 测量 measurement

以确定量值为目的的一组操作。

3.3 控制 control

为达到规定的目地，在系统上或系统内的有目的的活动。

3. 4

现场仪表 field instrument

安装在现场控制室外的仪表，一般在被测对象和被控对象附近。

3. 5

检测仪表 detecting and measuring instrument

用以确定被测变量的量值或量的特性、状态的仪表。

3. 6

传感器 transducer

接受物理或化学变量（输入变量）形成的信息，并按一定规律将其转换为同种或别种性质输出变量的装置。

3. 7

转换器 converter

接受一种形式的信号并按一定规律转换为另一种信号形式输出的装置。

3. 8

变送器 transmitter

输出为标准化信号的传感器。

3. 9

显示仪表 display instrument

显示被测量值的仪表。

3. 10

控制仪表 control instrument

用以对被控变量进行控制的仪表。

3. 11

执行器 actuator

在控制系统中通过其机构动作直接改变被控变量的装置。

3. 12

检测元件 sensor

测量链中的一次元件，它将输入变量转换成宜于测量的信号。

3. 13

取源部件 tap

在被测对象上为安装连接检测元件所设置的专用管件、引出口和连接阀门等元件。

3. 14

检测点 measuring point

对被测变量进行检测的具体位置，即检测元件和取源部件的现场安装位置。

3. 15

控制系统 control system

通过精确指导或操纵一个或几个变量以达到预定状态的系统。仪表控制系统由仪表设备装置、仪表管线、仪表动力和辅助设施等硬件，以及相关的软件所构成。

3. 16

综合控制系统 comprehensive control system

采用数字技术、计算机技术和网络通信技术，具有综合控制功能的仪表控制系统。

3. 17

仪表管道 instrumentation piping

仪表测量管道、气动和液动信号管道、气源管道和液压管道的总称。

3.18

测量管道 impulse line

从检测点向仪表传送被测介质或通过中间介质传递测量信号的管道、阀门及管件。

3.19

信号管道 signal tubing

用于传送气动或液动控制信号的管道。

3.20

气源管道 air piping

为气动仪表提供气源的管道。

3.21

仪表线路 instrument cable routing and cabling

仪表电线、电缆、补偿导线、光缆和电缆桥架、电缆保护管等附件的总称。

3.22

电缆桥架 cable tray

由托盘、托槽或梯架的直线段、非直线段、附件及支吊架等组合构成，用以敷设和支撑电缆的结构系统。

3.23

电缆保护管 cable conduit

敷设和保护电线电缆的管子及其连接件。

3.24

回路 loop

两个或多个仪表或控制功能的组合并在其间传递信号，从而进行过程变量的测量和控制。

3.25

防爆电气设备 explosion-proof electrical apparatus

在规定条件下不会引起周围爆炸性环境点燃的电气设备。

3.26

爆炸危险区域 hazardous area

爆炸性混合物出现的或预期可能出现的数量达到足以要求对电气设备的结构、安装和使用采取预防措施的区域。

3.27

本质安全电路 intrinsically safe circuit

在规定的条件下，包括正常工作和规定的故障条件下，产生的任何电火花和任何热效应均不能点燃规定的爆炸性环境的电路。

3.28

关联设备 associated electrical apparatus

内装能量限制电路和非能量限制电路，且在结构上使非能量限制电路不能对能量限制电路产生不利影响的电气设备。

3.29

现场总线 field bus

一个数字化、串行、双向传输、多分支结构的通信网络系统，是用于工厂/车间仪表和控制设备的

局域网。

3.30

现场验收 site acceptance test (SAT)

用来验证不同供应商提供的系统的安装是否符合相应规范和安装指南要求而开展的一系列活动。

3.31

等电位连接 equipotential bonding

用导线或导体将各种金属构件、金属设施、金属管道、金属设备等导电物体实施导电连接，使各物体之间具有近似相等的电位。

3.32

接地连接电阻 bonding resistance

从仪表或设备的接地端子到接地装置之间的导线电阻和连接点接触电阻的总和。

3.33

接地电阻 earthing resistance

接地装置对地电阻。

3.34

校验 calibration

在规定的条件下确立被测量与装置相应输出值之间关系的一组操作。

4 基本规定

4.1 仪表工程的施工，应按设计文件及仪表产品技术文件的要求进行，修改设计文件或材料代用，应经原设计单位书面同意。

4.2 在仪表工程施工中，设计文件未作出明确规定部分，应执行本标准。

4.3 仪表工程施工与工艺管道、设备、电气、土建等专业施工的分工和分界，应执行设计文件的规定。

4.4 仪表工程施工的安全技术要求和劳动保护，应符合国家现行有关法规及 GB/T 50484 的有关规定。

4.5 仪表工程中的焊接作业，应符合 GB 50517 和石化行业相关标准规定。

4.6 仪表工程中的脱脂作业，应符合 GB 50093 的有关规定。

4.7 仪表工程的施工及验收除应执行本标准外，还应符合国家现行的有关标准的规定。

4.8 仪表工程的开工应具备以下条件：

- a) 设计文件及主要仪表技术文件应齐全；
- b) 设计文件的核查、会审及设计交底均已完成；
- c) 施工组织设计、主要施工技术方案已审批；
- d) 主要仪表设备已到货，安装材料能保证施工的连续进行；
- e) 施工现场应有必要的施工临时设施；
- f) 土建工程、工艺设备和钢结构的安装已基本完成，控制室/现场机柜室内装饰完毕，具备交付安装条件；
- g) 主要施工人员已接受安全、技术交底并熟悉仪表详细设计文件，必要的技术培训已完成；
- h) 施工机具、设备、仪器（表）基本齐备；
- i) 具备完善的质量保证体系。

4.9 仪表管道及检测元件安装前，应对相关专业的预留孔和已安装的取源部件进行核对。

4.10 仪表工程各施工工序应按照重要程度不同设置相应的质量控制点。每道工序完成后应进行检查，合格后方可转入下一道工序。

4.11 仪表工程常用缩写词对照表见附录 A。

5 仪表设备和材料的检验和保管

5.1 检验

- 5.1.1 仪表设备和材料到达现场后，应进行检验或验证。
- 5.1.2 仪表设备由低于-5℃的环境移入库房时，应在库内放置24h后再开箱。
- 5.1.3 仪表设备及材料的开箱检验，除应符合相应产品标准的规定外，还应符合下列规定：
- 包装及密封应良好；
 - 型号、规格、材质、数量应与装箱单及设计文件的规定一致，且无残损、变形、锈蚀和短缺；
 - 附件、备件应齐全，铭牌标志应完整、清晰；
 - 防爆设备的铭牌应包含防爆标志和国家授权的机构颁发的防爆合格证编号；
 - 产品的技术文件和质量证明文件应齐全，质量证明文件的性能数据应符合国家现行标准和设计文件的规定；
 - 仪表设备及材料的检查和验收应由采购单位组织建设、监理、总承包、施工等单位相关人员参加，检验后应签署开箱检验记录。
- 5.1.4 仪表管道组件的检查和验收除应符合本标准第5.1.3条规定外，还应符合下列规定：
- 管道组件的表面应光滑，表面不应有裂纹、氧化皮等缺陷，表面的其他缺陷不应超过产品标准规定的允许深度。螺纹、坡口、密封面的加工粗糙度应符合设计文件和产品标准要求；
 - 管道组件应按相应标准进行表面质量检查和尺寸抽样检查，尺寸抽查数量应为每批抽检5%，且不应少于一件；
 - 铬钼合金钢、含镍低温钢、不锈钢、镍及镍基合金、钛及钛合金、锆及锆合金管道组件应采用光谱分析或其他方法对主要合金元素含量进行验证性检验，并作好标识。管道组件抽检数量应为每批10%，且不应少于1件；
 - 凡按规定作抽样检查的样品中，若有1件不合格，应按原规定数加倍抽检，若仍有不合格，则该批管道组件不得验收；
 - 实物标识应与质量证明文件相符。到货的管道组件实物标识不清或与质量证明文件不符或对质量证明文件中的特性数据或检验结果有异议时，在问题和异议未解决前不得验收。
- 5.1.5 仪表阀门的检查和验收除应符合本标准第5.1.3条和5.1.4条规定外，还应符合下列规定：
- 阀门不应有损伤、缺件、腐蚀和铭牌脱落等现象，且阀体内不应有异物、脏污。阀门两端应有防护盖保护。手柄或手轮操作应灵活轻便，不应有卡涩现象。阀体表面应平整光滑，无裂纹、夹层、斑疤等缺陷。对有介质流向要求或有压力端要求的，阀体上应有明显的标识；
 - 当设计文件、制造厂的技术文件对阀门的壳体试验、密封试验无特殊要求时，阀门应逐个进行壳体试验和密封试验。到制造厂逐个见证阀门试验并有见证记录的阀门，可以免除阀门试验；
 - 阀门液压试验介质可选用洁净水、煤油或黏度不高于水的非腐蚀性液体；气体试验介质可选用空气或惰性气体。奥氏体不锈钢阀门用水试验时，水中的氯离子含量不应超过50mg/L；
 - 无特殊规定时，试验介质的温度宜为5℃~38℃。当环境温度低于5℃时应采取防冻措施；
 - 阀门壳体试验的试验介质宜采用液体，试验压力应为38℃时阀门最大允许工作压力的1.5倍。试验结果应符合设计文件规定的相应的阀门标准；
 - 试验介质为液体时，应排净阀门内的空气。阀门试验完毕，应及时排除阀门内的积液。不锈钢阀门应用空气或氮气吹干；
 - 检验、试验合格的阀门应作出标识，并填写阀门检验、试验记录。
- 5.1.6 仪表盘、柜、箱的开箱检查除应符合本标准第5.1.3条规定外，还应符合下列规定：
- 表面平整，内外表面漆层应完好；

- b) 外形尺寸和安装尺寸、内部所有仪表、电源设备及其所有部件的型号、规格均应与设计文件相符合;
 - c) 内包装应无破损、积水，防潮、防水及防震等措施应齐备，防倾斜、防震动标志应正常。
- 5.1.7 放射性仪表的开箱检查除应符合本标准第5.1.3条规定外，还应符合下列规定：
- a) 放射源标识应完整、牢固、清晰；
 - b) 放射源应处于关闭锁定状态，密封保护应完好。
- 5.1.8 分析仪表的开箱检查除应符合本标准第5.1.3条规定外，还应符合下列规定：
- a) 分析仪表配套的试验标准样品名称、数量、样品浓度应符合设计文件的规定；
 - b) 试验样品应包装完好、无泄漏。
- 5.1.9 仪表设备安装前应进行检查和校验，具体要求应按本标准第6章的规定执行。
- 5.1.10 检验不合格的仪表设备、配件和材料不得使用，并应做好标识和隔离。

5.2 保管

- 5.2.1 仪表设备及材料验收后，应及时编号登录台账，并按其要求的保管条件分区、分类保管，其标识应明显清晰。
- 5.2.2 材质为不锈钢和有色金属的材料，不应直接与碳素钢、低合金钢直接接触。
- 5.2.3 设备开箱后应采用原包装及包装形式进行保管。对零散的或标识不清的配件材料，应重新进行标识。
- 5.2.4 在搬运设备时，应防止设备变形。
- 5.2.5 仪表设备不宜露天保管。
- 5.2.6 成套设备包、压缩机组等随机设备及配件应逐台、逐件进行登记保管和发放，不应按项目一并领用。
- 5.2.7 保管期间应做好防火、防尘、防水、防汛、防剧烈振动、防盗等防护工作，设备的气动接口、电气接口应密封完好。
- 5.2.8 电缆宜绕在电缆盘上，电缆头应密封良好；电缆盘宜直立存放于干燥、地基坚实，四周易于排水的场所。
- 5.2.9 放射源安装前应贮存在建设单位设置的专用库房，并应采取有效的防火、防盗、防射线泄漏的安全防护措施，并指定专人负责保管。贮存、领取、使用、归还放射源时，应进行登记、检查，做到账物相符。

6 仪表单体校验

6.1 一般规定

- 6.1.1 仪表设备在安装或投用前应进行检查、校验，确认符合设计文件要求及产品技术文件所规定的技术性能。需要安装后校验的仪表设备，应在仪表系统试验前完成。
- 6.1.2 仪表安装前的校准和试验宜在室内进行，现场调校室应具备下列条件：
- a) 室内应清洁、安静、光线充足，不应有影响仪表输出稳定的机械振动和干扰仪表正常工作的电磁场；
 - b) 室内温度宜保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 之间，相对湿度不大于 80%；
 - c) 室内应有上、下水设施。
- 6.1.3 仪表校验用的电源电压应稳定。电源电压宜配置交流稳压器，交流电源及60V以上的直流电源电压波动不应超过 $\pm 10\%$ ，60V以下的直流电源电压波动不应超过 $\pm 5\%$ 。
- 6.1.4 仪表试验用的气源应清洁、干燥，气源压力应稳定。
- 6.1.5 仪表调校人员在仪表调校前应经仪表调试技能培训合格；调校前应熟悉仪表产品技术文件及相

关设计文件，并准备相应的调试设备。

6.1.6 校验用的标准仪器，应具备有效的计量检定合格证书或校准证书，其基本误差的绝对值不宜超过被校仪表基本误差绝对值的 $1/3$ ；当被校仪表的准确度等级为0.2级及以上时，标准仪器的测量范围应覆盖并接近被校仪表的测量范围，其准确度等级应至少比被校仪表高一个等级，或其基本误差的绝对值应小于被校仪表基本误差的绝对值。

6.1.7 仪表应在通电预热稳定后方可进行校验。

6.1.8 仪表校验调整后应符合仪表准确度等级的规定，示值误差不应超过仪表的最大允许误差，回差不应超过仪表最大允许误差的绝对值。校验合格后，应及时将调校螺丝等可动部件锁紧，并进行标识。

6.1.9 仪表校验的条件、项目、方法应符合产品技术文件和设计文件的规定。

6.1.10 智能仪表的校验，应在完成相应参数的检查、设置后进行，其参数设置应满足设计文件和工艺测量的要求。

6.1.11 单台仪表的校验点应在仪表校验量程范围内均匀选取，其点数除有特殊要求外，不应少于5点，且宜选取0%，25%，50%，75%和100%。真空表测量上限校验点可按当地大气压的90%选取。

6.1.12 现场不具备校验条件的仪表，应根据设计文件和产品技术文件的要求，对其参数进行检查和设置，可不进行准确度校验，但应提供制造厂出具的产品合格证明和试验合格报告。

6.1.13 仪表校验合格后，应及时填写校验记录，要求数据真实、字迹清晰，并由校验人、质量检查员、技术负责人签认，注明校验日期，表体贴上校验合格证标签（带有仪表位号）。

6.1.14 校验不合格的仪表，施工单位应会同监理、采购单位等有关人员确认后，单独存放或作退库处理。

6.1.15 设计文件规定禁油和脱脂的仪表在校验时，应按其规定进行操作，避免污染。

6.1.16 成套工艺包或成套设备内的仪表，在现场可不进行仪表单体校验；当建设单位有明确要求时，可按双方约定进行。

6.2 仪表单体设备

6.2.1 指针式显示仪表的校验应符合下列要求：

- a) 仪表面板应清洁，刻度和字迹应清晰；
- b) 在测量范围内，指针移动应平稳、灵活，无跳动或卡针现象；
- c) 示值误差和回差应符合仪表准确度等级的规定；轻敲表壳前后，指针位移变动量不应大于最大允许误差绝对值的 $1/2$ ；
- d) 电位器和调节螺丝等可调部件在调校后应留有再调整余地；
- e) 具有报警功能的指示仪表应检验报警值，输出接点应正确可靠。

6.2.2 数字式显示仪表的示值应清晰、完整，无黑斑和闪跳现象，在测量范围内其示值误差和回差应符合仪表准确度等级的规定。

6.2.3 记录仪表的校验应符合下列规定：

- a) 指示值的示值误差和回差均应符合仪表准确度等级的规定；
- b) 记录机构的画线或打印点应清晰，不应有断线、漏打和乱打。打印纸移动应正常；
- c) 输入通道编号与记录纸上打印印点颜色、点型或号码应一致；
- d) 智能型记录仪表还应检查仪表的参数设定值，并对其他功能进行检查。

6.2.4 变送器、转换器的校验应符合下列规定：

- a) 变送器、转换器应进行输入输出特性试验和校准，输入输出信号范围和类型应与铭牌标识、设计文件规定的一致，并应与显示仪表配套；
- b) 变送器、转换器的示值误差和回差均应符合仪表准确度等级的规定；

- c) 智能型变送器应按设计文件和产品技术文件的规定，对功能参数组态进行检查或设置；
- d) 当传压介质为液体时，压力变送器取压口与标准表取压口的参考平面应处在同一水平面上；
- e) 压力、差压变送器还应按设计文件和使用要求进行零点、量程调整和零点迁移量调整。

6.2.5 对带有过压保护装置的压力表，应对过压保护装置进行校验。

6.2.6 开关量仪表应进行动作值和恢复值的校验，开关应动作灵活、无卡涩，触点通断应正常，其允许误差应符合设计文件的规定。

6.2.7 双金属温度计、压力式温度计的校验点不应少于2点。热电偶、热电阻应在常温下对检测元件进行通断、导通电阻、绝缘电阻（接壳型热电偶除外）检测，不必进行热电性能试验，但应提供制造厂出具的产品合格证明和试验合格报告。

6.2.8 热电偶、热电阻配套的温度仪表有断路保护要求时，应做断路保护试验。

6.2.9 温度元件保护套管安装后应随同所在工艺管道或工艺设备进行压力试验。

6.2.10 现场不具备校准条件的流量检测仪表，可不进行流量校验，但应通电检查各部件工作是否正常。对智能流量计应根据设计文件进行参数检查或设置。

6.2.11 浮筒液位变送器宜用水校法进行法校验。校验时，应确保零点液位准确，输入信号应按介质密度进行换算。

6.2.12 浮球液位变送器应根据其动作方向进行0%、50%、100%校验，其示值误差和回差均应符合仪表准确度等级的规定。

6.2.13 磁致伸缩液位计校验前应用记号笔在探测杆上标示出各校验值的位置，然后将浮子分别移动到指定位置进行校验。

6.2.14 超声波、雷达等物位测量仪表，通电后液晶显示面板及状态指示灯工作应正常，并应按设计文件和工艺测量要求对其功能参数进行检查或设置。安装完成后，还应在空罐状态下根据实际工况对仪表进行详细设置。

6.2.15 贮罐液位计、料面计可在安装完成后，直接模拟物位进行校准。

6.2.16 孔板、文丘里管等节流装置应按设计文件或节流元件计算书进行外观和规格尺寸检查，测量验证其制造尺寸，并作好检查记录。

6.2.17 旋转机械检测仪表校验前，应核对仪表规格、型号、被测表面材质等符合设计文件规定。

6.2.18 涡流传感型轴位移、轴振动、轴转速探头均应作间隙/输出电压特性试验，试验时探头应与配套的延长电缆、前置放大器成套进行试验，并宜使用专用试验设备进行试验。

6.2.19 磁电式转速传感器应对内部线圈的直流电阻和电感值进行物理参数测试，并应与产品技术文件中的要求一致，同时使用导磁材料检查探头顶端应有磁吸现象。

6.2.20 在线分析仪表安装后应配合厂家进行检查和校验。

6.2.21 在线分析仪表的显示仪表部分应按本标准第6.2.1条、第6.2.2条的规定进行校验，其传感器、转换器等装置应按产品技术文件的要求进行检查和校验。

6.3 执行器

6.3.1 当设计文件、制造厂的产品技术文件对执行器阀体的壳体试验、密封试验无特殊要求时，执行器阀体应进行壳体强度试验，开关阀及有特殊要求的调节阀还应进行泄漏量试验。到制造厂逐件见证阀门试验并有见证记录的执行器，可以免除执行器阀体的壳体强度试验和泄漏量试验。

6.3.2 执行器阀体进行壳体强度试验时，试验应在阀门全开状态下用洁净的室温水进行，试验压力为38 °C时阀门最大允许工作压力的1.5倍。所有在工作中承压的阀腔应同时承压不少于3min，且试验期间不应有可见的渗漏。

6.3.3 气动执行机构的气室应进行气密性检查。将设计规定的额定压力的气源通入密封气室中，在气室的各密封处涂上发泡剂，检查应无渗漏。

6.3.4 调节阀和开关阀的泄漏量试验应符合设计文件的规定。

6.3.5 调节阀应进行全行程试验，在全行程范围内，应动作灵活、连续平稳、无卡涩，其基本误差和回差应符合设计文件和产品技术文件的要求。带阀门定位器的调节阀，应一同进行试验。

6.3.6 控制阀应根据设计文件要求，进行事故状态下的故障位置试验。

6.3.7 控制阀应进行附属功能试验，包括手动/自动切换，行程开关和阀位变送器等。带储气罐的控制阀，应对储气罐的功能进行试验。

6.3.8 设计文件明确规定全行程时间的执行器，应进行全行程时间试验。

6.3.9 带电磁阀的控制阀，应进行电磁阀得/失电功能试验，检查电磁阀得/失电时阀门的开关状态应符合设计要求；使用“与”、“或”逻辑结构双电磁阀控制方式的控制阀，应按双电磁阀结构形式进行相应功能试验。

6.3.10 执行器试验调整完毕，应立即放净试验用水，并用空气吹干，然后把进、出口封闭，置于室内或棚屋内保存。

6.4 现场总线仪表

6.4.1 校对现场总线的设备清单、仪表清单、总线设备网段分配清册、总线仪表及设备布置等应符合设计文件及相关技术标准的规定。

6.4.2 现场总线仪表应进行通电检查，并用总线通讯器检查设备内部参数。

6.4.3 对总线变送器，可利用总线通讯器的校准模式读取 PV 值作为参考，对变送器进行准确度校验。

6.4.4 对总线阀门定位器，可利用总线通讯器的“Stroke Valve”功能进行阀门行程试验。

6.4.5 调试结束后应记录现场总线仪表和执行机构的位号、型号、内部 ID 号、组态地址等参数设置。

7 仪表设备安装

7.1 一般规定

7.1.1 仪表设备安装前，应按设计文件仔细核对其位号、型号、规格、防护等级、防爆等级、材质和附件，外观应完好无损。随表附带的质量证明文件、产品技术文件、非安装附件和备品备件应齐全。

7.1.2 仪表设备安装前应按本标准第 6 章的规定进行单体校验。设计文件规定需要脱脂的仪表，应脱脂合格后安装。

7.1.3 现场仪表的安装位置应符合下列规定：

- a) 安装位置、安装高度和安装方式应符合设计文件的规定，宜光线充足、通风良好、操作和维护方便；不应影响通行、工艺设备和管道的操作和维护；
- b) 显示仪表应安装在便于观察示值的位置；
- c) 安装位置应避开有较大振动、潮湿、易受机械损伤、有强电磁场干扰、高温、低温、温度变化剧烈和有腐蚀性气体的环境；
- d) 需要安装测量管道的仪表设备，在满足测量要求的情况下，应尽量靠近取压点；
- e) 仪表支架应固定在地面、构架或设备平台等牢固可靠之处；
- f) 集中或成排安装的仪表，应布置整齐、美观；
- g) 检测元件应安装在能真实反映被测变量的位置。

7.1.4 在工艺设备和管道上安装的仪表应按设计文件确定的位置安装，仪表设备上所示安装方向应与工艺管道及仪表流程图（P&ID）一致。

7.1.5 仪表安装过程中不应敲击及振动，安装后应平正牢固。仪表与工艺设备、管道或构件的连接及固定部位应受力均匀，不应承受非正常的外力。

7.1.6 仪表设备安装用的安装材料应符合设计文件规定。

7.1.7 带毛细管的仪表设备安装时，毛细管应敷设在角钢或管槽内，并防止机械损伤。毛细管固定时不应敲打，弯曲半径不应小于50mm且不应扭折。周围环境应无机械振动，温度无剧烈变化，如不可避免时应采取防振或绝热措施。毛细管多余部分，宜在仪表侧盘绕不小于100mm直径的圆圈，并适当绑扎。差压仪表正负压室的毛细管应靠在一起敷设，避免外界环境温度对测量的影响。

7.1.8 仪表设备上电气接口不应朝上，当不可避免时，除应采取密封措施外，还应增设遮挡措施。

7.1.9 对有特殊要求的仪表设备安装，应严格按产品技术文件的规定进行。

7.1.10 现场仪表的防雨、防冻、防晒及防尘等措施应符合设计文件的要求。

7.1.11 现场仪表安装就位后应及时采取防护措施。直接安装在工艺管道上的仪表或检测元件，在管道系统吹洗前不应安装，已安装的应将其拆下并及时采取防护措施，待吹洗完成后再重新安装。对已焊在管道上的仪表设备，应采取相应的保护或隔离措施。

7.1.12 对仪表和仪表电源设备进行绝缘电阻测量时，应有防止弱电设备及电子元件被损坏的措施。

7.1.13 仪表设备上的铭牌和仪表位号标志应规范、齐全、牢固、清晰、持久。

7.2 仪表盘、柜、箱和操作台

7.2.1 仪表盘、柜、箱和操作台的安装位置和平面布置应符合设计文件规定。

7.2.2 仪表盘、柜、箱和操作台的外形尺寸及仪表开孔尺寸应符合设计文件要求。

7.2.3 仪表盘、柜、操作台的型钢底座应按设计文件的要求制作，其尺寸应与仪表盘、柜、操作台一致，直线度允许偏差为1mm/m；当型钢底座长度大于5m时，全长直线度允许偏差应为5mm。

7.2.4 型钢底座制完成后应进行除锈、防腐处理。

7.2.5 仪表盘、柜、操作台的型钢底座应在地面二次抹面前安装完毕，其上表面宜高出地面，安装固定应牢固，上表面应保持水平，其水平度允许偏差为1mm/m；当型钢底座长度大于5m时，全长水平度允许偏差应为5mm。

7.2.6 盘、箱、柜与型钢基础之间应采用镀锌或不锈钢螺栓连接。当设计有绝缘要求时，宜采用绝缘螺栓连接。

7.2.7 仪表盘、柜、操作台的安装宜使用液压升降小车，安装时应采用铺设钢板、胶皮等保护地面的措施，防止地面损伤。

7.2.8 单独安装的仪表盘、箱、柜和操作台，应符合下列要求：

- a) 固定牢固；
- b) 垂直度允许偏差为1.5mm/m；
- c) 水平度允许偏差为1mm/m。

7.2.9 成排安装的仪表盘、箱、柜、操作台，除应符合本标准第7.2.8条的规定外，还应符合下列规定：

- a) 同一系列规格相邻两盘、箱、柜、操作台顶部高度允许偏差为2mm；当连接超过两处时，其顶部高度最大偏差不应大于5mm；
- b) 相邻两盘、箱、柜正面接缝处正面的平面度允许偏差为1mm；当连接超过五处时，正面的平面度最大偏差不应大于5mm；
- c) 相邻两盘、箱、柜间接缝的间隙，不应大于2mm。

7.2.10 仪表盘、柜、操作台之间及盘、柜、操作台内各设备构件之间的连接应牢固，安装用的紧固件应为防锈材料。安装固定不应采用焊接方式。

7.2.11 仪表盘、箱、柜、操作台在搬运和安装过程中，应采取防振、防潮、防止框架变形、防内部设备脱落损坏和表面涂层损伤等保护措施。安装及加工过程中不得使用气焊。

7.2.12 仪表盘、柜表面、内部设备标识应正确、清晰、齐全。

7.2.13 仪表盘、柜内部应保持干燥、清洁，盘柜开孔位置应按设计文件要求采取封堵措施。

7.3 就地仪表盘、箱

- 7.3.1 就地仪表盘、箱、保温（护）箱的安装位置，应符合设计文件要求。
- 7.3.2 在多尘、潮湿、有腐蚀性气体或爆炸和火灾危险区域内安装的就地仪表盘或接线箱，应检查其防爆、防护认证等级满足设计文件要求。
- 7.3.3 在振动场所安装的仪表盘（箱）应采取防振措施。
- 7.3.4 仪表箱、保温（护）箱的安装应符合下列规定：
- 固定牢固；
 - 垂直度允许偏差为3mm，当箱体的高度大于1.2m时，垂直度允许偏差为4mm；
 - 水平度允许偏差为3mm；
 - 保温（护）箱底距地面或操作平面的高度应满足设计文件的要求，表箱支架应牢固可靠，并应作防腐处理；
 - 成排安装时应整齐美观。
- 7.3.5 就地接线箱安装时，到各检测点的距离应适当，箱体中心距操作平面的高度宜为1.2m~1.5m。

7.4 温度仪表

- 7.4.1 接触式温度检测仪表（热电偶、热电阻、双金属温度计、压力式温度计等）的测温元件应安装在能灵敏、准确反映被测对象温度的位置，不应装在管道和设备的死角处。
- 7.4.2 温度检测元件在工艺管道上安装时，应检查管道上安装的温度取源部件，并应符合下列要求：
- 与工艺管道垂直安装时，取源部件轴线应与工艺管道轴线垂直相交；
 - 在工艺管道的拐弯处安装时，宜逆着介质流向，取源部件轴线应与工艺管道轴线相重合；
 - 与工艺管道倾斜安装时，宜逆着介质流向，取源部件轴线应与工艺管道轴线相交；
 - 对于直径较小的管道，温度取源部件应安装在扩大管径后的管道上，扩大管的安装应符合设计文件的规定。
- 7.4.3 温度检测元件在工艺设备上安装时，应符合下列要求：
- 不同标高的温度元件宜安装在同一方位；
 - 宜水平安装，特殊要求可45°安装；
 - 应避免安装在介质不流动的区域内；
 - 应避免与设备内件碰撞；
 - 应避免与设备周围的梁、架、梯等构筑物碰撞；
 - 设备管口外部应满足温度元件抽出的空间要求。
- 7.4.4 温度检测元件保护套管应与测温元件配套安装，插入深度应符合设计文件规定，感温部位应全部浸入被测介质中。温度保护套管安装至管道后，应采取临时封堵措施，防止异物进入。
- 7.4.5 双金属温度计安装时，刻度盘面应便于观察。
- 7.4.6 表面温度检测元件的感温面应与被测对象表面紧密接触，固定牢固。
- 7.4.7 压力式温度计安装时，应使温包全部浸入被测介质中。
- 7.4.8 安装在含固体颗粒介质中的测温元件，应有防磨损的保护措施。
- 7.4.9 水平安装的测温元件，若插入深度较长或安装在高温设备中时，应检查有防弯曲措施。
- 7.4.10 炉膛热电偶接线盒与加热炉绝热层的距离不宜小于200mm。
- 7.4.11 储罐上温度检测元件的插入深度不宜大于400mm，安装位置应高于罐内加热盘管600mm。在浮顶罐上安装的温度检测元件不应妨碍浮顶移动。
- 7.4.12 温度二次仪表的安装，应核对分度号，热电偶应用相应分度号的补偿导线。
- 7.4.13 炉管表面热电偶和柔性热电偶等应按设计文件和产品技术文件的要求设置膨胀补偿。

7.5 压力仪表

7.5.1 压力取源部件的安装位置应选在介质流束稳定的直管段上，不宜设在管道弯曲或流束呈旋涡状处。

7.5.2 压力取源部件与温度取源部件邻近安装在同一管道上时，应安装在温度取源部件的上游侧。

7.5.3 测量带粉料、固体颗粒或沉淀物等混浊介质的压力时，在垂直管道上取源部件应倾斜 45° 向上安装；在水平的工艺管道上宜顺流束成锐角安装。

7.5.4 水平或倾斜管道上压力检测仪表取源部件的安装方位，应符合下列规定：

- a) 测量气体压力时，应在管道的上半部，见图7.5.4 a);
- b) 测量液体压力时，应在与管道水平中心线以下成 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内，见图7.5.4 b);
- c) 测量蒸汽压力时，应在管道的上半部以及下半部，且与管道水平中心线成 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内，见图7.5.4 c)。

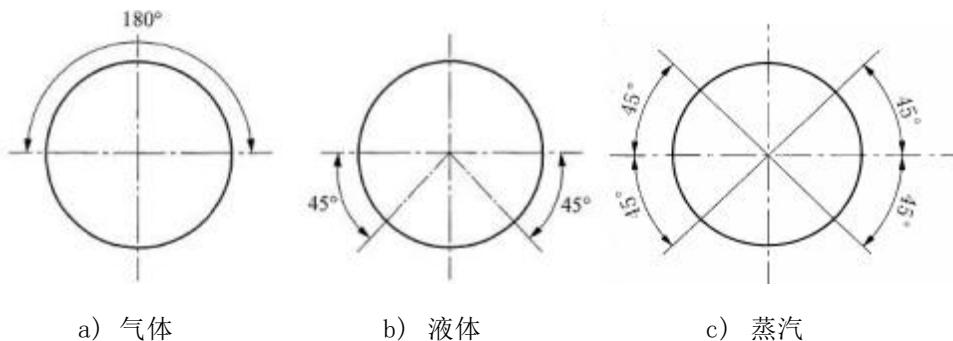


图 7.5.4 压力取源部件的安装方位

7.5.5 压力表应靠近取压点位置，当介质温度高于 60°C 时，压力表和切断阀之间应按设计文件要求延长测量管道或设置降温设施，如带冷凝弯或冷凝圈。

7.5.6 测量高压的压力表安装在操作岗位附近时，应按设计文件要求安装泄压安全装置，且泄压排放口应朝向对人员安全侧。

7.5.7 被测介质压力波动大时，压力仪表应采取缓冲措施。

7.5.8 需安装测量管道的压力仪表的安装位置还宜符合下列规定：

- a) 测量气体或 -29°C 以下低温介质时，压力仪表宜高于取压点，否则应采取放空及排凝措施；
- b) 测量液体、蒸汽或单组份易凝气体时，压力仪表宜低于取压点，否则应采取放空措施；
- c) 测量设备的微压、真空或介质中含有沉淀物时，压力仪表宜高于并尽可能靠近取压点，以减少附加误差或沉淀物进入压力测量仪表内。

7.6 流量仪表

7.6.1 孔板、喷嘴和文丘里管等节流装置应安装在被测介质完全充满的管道上。节流装置取压口的方位应和仪表的安装位置相适应。

7.6.2 孔板、喷嘴和文丘里管等节流装置上、下游直管段的最小长度应符合设计文件规定。当设计文件无规定时，其上下游直管段的最小长度应符合本标准附录C的规定。

7.6.3 除设计有特殊要求外，节流装置在水平和倾斜的工艺管道上安装时，取压口的方位应符合下列规定：

- a) 测量液体流量时，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，见图 7.6.3 a);
- b) 测量气体流量时，应在工艺管道的上半部与工艺管道的垂直中心线成 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内，

见图 7.6.3 b);

- c) 测量蒸汽流量时, 应在工艺管道的上半部与工艺管道水平中心线成 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内, 见图 7.6.3 c)。

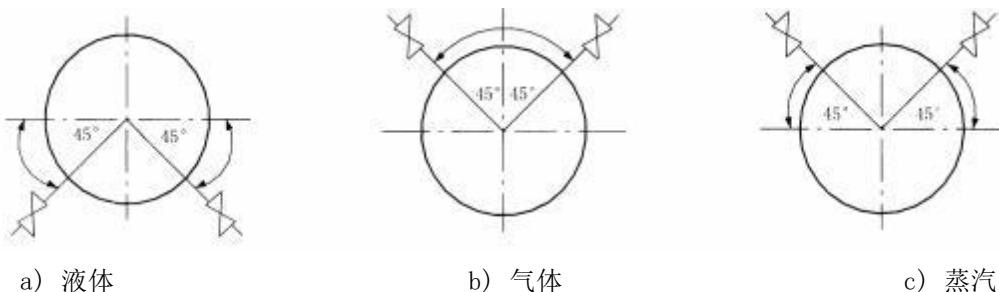


图 7.6.3 节流装置取压孔方位示意

7.6.4 孔板、喷嘴、文丘里管等节流装置的安装应符合下列规定:

- a) 在规定的直管段最小长度范围内, 不应设置其他取源部件或检测元件, 与其紧邻的直管段应具有相同的内径, 直管段管子内表面应清洁、光滑, 无凹坑、积垢、锈蚀锈斑和突出物;
- b) 节流件应在管道吹洗合格安装。安装前应检查孔板入口、喷嘴出口边缘应无毛刺, 圆角及可见损伤;
- c) 节流件的安装方向, 应按照制造厂在产品上的流向标识进行安装;
- d) 节流件在管道中安装时, 其端面应垂直于管道轴线, 允许偏差应为 1° ; 节流件轴线应与管道或夹持件的轴线保持一致;
- e) 安装节流件的密封垫片的内径不应小于管道的内径, 夹紧后不应突入管道内壁。

7.6.5 差压仪表或变送器的正、负压室应与节流装置或流量检测元件的正、负压侧相对应, 安装位置还应符合下列规定:

- a) 测量气体流量时, 差压仪表或变送器宜高于取压点, 否则应采取放空及排凝措施;
- b) 测量液体流量时, 差压仪表或变送器宜低于取压点, 否则应采取放空措施;
- c) 测量蒸汽流量时, 差压仪表或变送器宜低于取压点。

7.6.6 流量计安装时, 通用要求应符合下列规定:

- a) 流量计上、下游应配置一定长度、无阻塞的直管段或安装流动调整器, 直管段长度和安装支撑方式应符合设计文件的规定;
- b) 在规定的上下游直管段长度范围内, 不应设置其他取源部件或检测元件, 需要安装流量调节阀时, 应安装在传感器的下游侧。传感器、连接法兰及其紧邻的直管段应具有相同的内径, 直管段内壁应清洁、光滑, 无凹坑、积垢和突出物;
- c) 安装时应使流量计的中心线与管道中心线保持一致, 安装在流量计和管道之间的密封垫片不应突入管道内部;
- d) 安装于管道中的流量计, 应在管道冲洗合格后安装, 其流向标识应与介质流向一致; 安装环境应避免振动, 流量计两端固定时, 应确保其不受力;
- e) 当流量传感器与变送器分开安装时, 应使用制造厂提供的专用电缆连接, 并按厂家产品技术文件的要求执行。

7.6.7 转子流量计应安装在垂直管道上, 并且管道的应力不应作用在仪表上, 其中心线与铅垂线之间的夹角不应超过 2° , 安装时被测介质的流向应自下而上。

7.6.8 涡轮流量计应安装在振动较小和流束稳定的水平管道上。

7.6.9 涡街流量计应安装在无机械振动和冲击的管道上; 当需要垂直安装时, 流体方向应由下向上。

7.6.10 靶式流量计宜安装于水平管道上，当确需安装于垂直管道上时，流体方向应由下向上；靶板中心应与管道轴线同心，靶面应迎着被测介质流向且与管道轴线垂直。

7.6.11 电磁流量计的安装应符合下列规定：

- a) 电磁流量计应安装在测量介质完全充满的管道上；
- b) 在垂直管道上安装时，被测介质的流向应自下而上；在水平管道上安装时，不应安装在工艺管道最高水平管段上，两个测量电极不应在管道的正上方和正下方位置；
- c) 插入式电磁流量计探头中心线应与管道中心线相垂直，当流量计在水平或倾斜管道上安装时，探头应安装于管道中心线平面上下 45° 的范围内；
- d) 流量计表壳、被测介质和工艺管道连接法兰之间应连接为等电位，接地应符合设计文件和产品技术文件的要求；
- e) 流量计周围有强磁场时，应采取防干扰措施。传感器与转换器之间的信号应采用屏蔽电缆，且应单独敷设；
- f) 流量计装卸时，应使用制造厂设置的吊环或起重吊耳，避免损坏流量计的内部衬里。

7.6.12 容积式流量计的安装应符合下列规定：

- a) 齿轮和腰轮流量计宜安装在流量稳定的水平管道上，并使指示刻度盘面处于垂直平面内；刮板流量计应安装在流量稳定的水平管道上，计数器的数字应处于垂直平面内；
- b) 被测液体应充满流量计容室及前后连接管道。当被测液体中含有气体时，在流量计入口前应安装气体分离器；当被测液体含有颗粒物质或其他异物时，在流量计入口前应安装过滤器；
- c) 直径较小的齿轮流量计、腰轮流量计也可垂直安装，在垂直管道上安装时，流量计应安装在副线上，旁路阀装在主管道上。为减少杂质沉淀，流量计上部的竖管应尽量短。

7.6.13 科里奥利质量流量计安装应符合下列规定：

- a) 流量计应安装在被测介质完全充满的管道上，应避免把流量计安装在流体脉动源或振动源附近。管道的固定方式应符合设计文件的规定，以避免管道的应力传到传感器上；
- b) 流量计宜安装在水平管道上，当在垂直管道上安装时，流体应自下向上流动，且出口侧宜有 $2D$ 以上的直管段；
- c) 当弯管型科里奥利流量计安装在水平管道上时，流量计箱体管应处于垂直平面内，且工艺介质为气体时，箱体管应置于管道的上方，工艺介质为液体时，箱体管应置于管道的下方；
- d) 流量计的变送器应安装在不受振动、常温、干燥的环境中。

7.6.14 热式质量流量计宜安装在水平管道上；当气体流速较低时，可安装于垂直管道上。

7.6.15 超声波流量计的安装应符合下列规定：

- a) 应避开振动、噪声和可能存在较强电磁或电子干扰的环境；
- b) 测量液体时安装位置应充满液体；
- c) 非接触式换能器安装在水平管道上时，其安装方向与被测管道水平中心线的夹角应符合产品技术文件要求；
- d) 换能器安装处的壁面应打磨干净、平整。非接触式换能器应采用专用夹具固定在被测管道上，固定应牢固；
- e) 换能器安装处和管壁反射处应避开接口和焊缝；
- f) 同一台超声波流量计的几个换能器到转换器之间的专用电缆长度应相同。

7.6.16 均速管流量计安装应符合下列规定：

- a) 流量计动压侧孔应正对被测介质的流向，其角度偏差不应大于 3° ；
- b) 检测元件应通过并与管道中心线垂直相交，元件轴线偏离管道中心线的偏差、与中心线不垂直的偏差均不应大于 3° ；
- c) 对于水平工艺管道，检测杆安装方位范围宜符合图 7.6.16 所示的要求；对于垂直工艺管道，

检测杆可安装在沿管道水平面圆周的任何位置上，高低压引压管接头应处于同一水平面上；

- d) 流量计上下游直管段长度应符合设计文件规定。

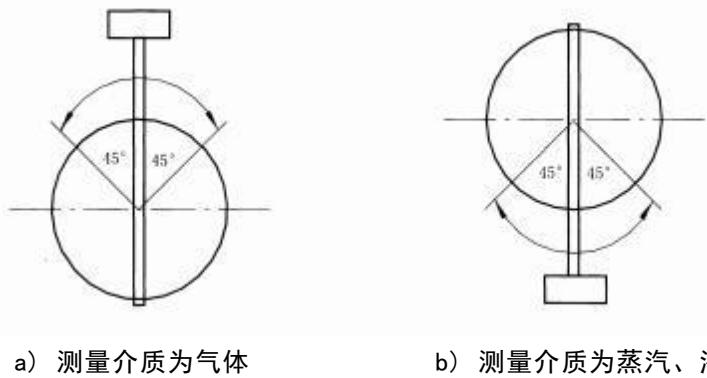


图 7.6.16 均速管流量计插入方位示意

7.7 物位仪表

7.7.1 物位仪表管口位置应选在介质工况稳定、物位变化灵敏的地方，应避开物料出入口，避免受流入、流出介质的冲击；测量界位时，上部的仪表管口应位于上液相层内。

7.7.2 浮筒液面计的安装高度应使正常液位或分界液位处于浮筒中心，并便于操作和维修。浮筒应垂直安装，其垂直度允许偏差为 2mm/m 。

7.7.3 浮球液位仪表应在安装后确认浮球可在全量程范围内自由活动。

7.7.4 钢带液面计安装浮子的导向钢丝应安装牢固、垂直拉紧，不应扭曲或打结。钢带应处于导管中心且沿滑轮滑动自如，钢带导管垂直度允许偏差为 0.5mm/m 。

7.7.5 超声波物位计不宜安装在高温环境，安装时其传感器中轴线应垂直于被测物的表面，且中间不应有障碍物。超声波的波束中心距容器壁的距离应大于由波束射角、测量范围计算出来的最低液（料）位处的波束半径。

7.7.6 雷达物位计应垂直安装，从容器安装口至容器底部范围内不应有结构性障碍物。探测器及保护管应按设计文件和产品技术文件要求进行安装，应避开反射干扰集中的地方和测量盲区。

7.7.7 音叉物位计水平安装时，两个平行叉板应与地面垂直，叉体不应受到强烈冲击。

7.7.8 玻璃板液位计和磁浮子液位计应安装在便于观察和检修拆卸的位置，如果与浮筒液面计并用，安装时应使两者的液位指示同时处于便于观察的方向。液位计安装应垂直，其垂直度允许偏差为 5mm/m 。

7.7.9 采用差压变送器测量液位时，仪表安装应符合下列要求：

- a) 仪表安装高度通常不应高于下部取压口，但采用吹气法或被测介质为低沸点介质时，仪表安装标高应高于上部取压口；双法兰式差压变送器测量液位时，经过压力核实，安装位置可不受此限；
- b) 仪表的正压室应与工艺设备的下部取压口相连，负压室应与工艺设备的上部取压口相连；
- c) 被测介质为低沸点介质时，测量管道不宜过短，且应符合设计文件的规定；
- d) 双法兰液位变送器的安装除应满足本标准第7.1.7条的要求外，两根毛细管还应敷设在相同的环境温度下；
- e) 采用插入式反吹法测量液位时，插入导压管的端部距罐底部距离应至少 200 mm ，并切削成斜坡状；
- f) 测量蒸汽锅炉汽包液位时，宜在测量管道中设置平衡容器。平衡容器应垂直安装。

7.7.10 磁致伸缩液位计宜安装于设备或设备连通管的顶部，杆式传感器探棒末端距罐底宜为

50mm~200mm，防止测杆弯曲、冲击。

7.7.11 放射性物位计的安装应符合下列规定：

- a) 安装前应严格按照制造厂产品技术文件的要求制定具体的安装技术方案；
- b) 安装中的安全防护措施应符合现行国家标准 GB 18871 的规定；
- c) 安装前应对安装工作人员进行专项培训和交底；
- d) 安装现场应有明显的警戒标志；
- e) 放射源源体的安装工作应在制造厂现场代表的指导下进行，或按合同由制造厂负责安装；
- f) 放射源源体在领出后应一次性安装完成，否则应及时退还到专用库房，并按本标准第 5.2.9 条的要求进行管理。

7.7.12 伺服液位计应设置防扰动管，防扰动管安装应满足以下要求：

- a) 垂直度偏差应小于 1°；
- b) 防扰动管应与液位计同心；
- c) 防扰动管上开孔应满足设计文件或制造厂产品技术文件的要求，开孔处不应有毛刺，保证防扰动管内壁光滑；
- d) 防扰动管上法兰的水平偏差度应小于 1°；
- e) 防扰动管底部应有支撑固定。

7.8 分析仪表

7.8.1 分析仪表取样点的位置应根据设计文件要求设置在无层流、涡流、无空气渗入、无化学反应过程的位置。

7.8.2 分析仪和取样系统的安装位置应尽量靠近取样点。

7.8.3 分析仪表取样系统安装时，应核查样品的除尘、除湿、减压以及对有害和干扰成分的处理系统。

7.8.4 分析后样品排放设施的安装应符合设计文件规定，不应对周围环境造成危险。

7.8.5 分析小屋安装后应作如下检查：

- a) 检查灯、风扇、空调能否正常启动和停止；
- b) 检查事故应急照明能否正常开启；
- c) 接地应符合本标准第10.6条的有关规定；
- d) 分析小屋设有联锁报警系统时，应进行报警联锁试验。

7.8.6 气体探测器应安装在无冲击、无振动、无强电磁场干扰、易于检修的场所，探测器安装地点与周边工艺管道或设备之间的净空不应小于0.5m。

7.8.7 可燃气体或有毒气体探测器的安装高度应根据所测气体密度确定，并符合下列要求：

- a) 检测比空气重的可燃气体或有毒气体时，探测器的安装高度宜距地坪(或楼地板)0.3m~0.6m；
- b) 检测比空气轻的可燃气体或有毒气体时，探测器的安装高度宜在释放源上方2.0m 内；
- c) 检测比空气略重的可燃气体或有毒气体时，探测器的安装高度宜在释放源下方0.5m~1.0m；
- d) 检测比空气略轻的可燃气体或有毒气体时，探测器的安装高度宜高出释放源0.5m~1.0m。

7.8.8 环境氧气探测器的安装高度宜距地坪或楼地板1.5m~2.0m。

7.8.9 现场区域警报器应就近安装在探测器所在的报警区域，其安装高度应高于现场区域地面或楼地板2.2m，且位于工作人员易察觉的地点。

7.9 机械量检测仪表

7.9.1 测量位移、振动、速度等机械量的仪表安装应符合下列规定：

- a) 测量探头安装应在机械安装完毕、被测机械部件处于工作位置时进行，探头安装应按产品技

术文件和机械设备制造厂技术文件的要求进行；

- b) 测量探头、前置放大器和延伸电缆应相互匹配，并应成套安装；
- c) 测量探头安装时应保护探头和专用电缆不受损伤，并应固定牢固；
- d) 机箱内的专用电缆应妥善固定，不应受到液体冲刷和其他可动部件的磨损。

7.9.2 测力仪表的安装应使被测力均匀作用到传感器受力面上。

7.9.3 电子皮带秤的安装地点距落料点的距离应符合产品技术文件的规定，秤架应安装在皮带张力稳定、无负荷冲击的位置，安装应符合下列规定：

- a) 称重托辊与相邻的2组～3组托辊等高、等距，误差为3 mm～5 mm；
- b) 秤架称量托辊及托辊组准直性允许误差要求0.5 mm～1 mm；
- c) 称重托辊为正误差值，即比相邻托辊高0.3 mm～0.5 mm。

7.9.4 电阻应变式称重仪的安装应符合下列规定：

- a) 负荷传感器的安装和承载应在称重容器及其所有部件和连接件的安装完成后进行；
- b) 负荷传感器的安装呈垂直状态，保证传感器的主轴线与加载轴线相重合，使倾斜负荷和偏心负荷的影响减至最小，各个传感器的受力应均匀；
- c) 称重容器与外部的连接应为软连接；
- d) 传感器的支承面及地面均应平滑，不应有灰尘、锈蚀、擦伤、磨损及杂物。

7.10 执行器

7.10.1 执行器的机械传动应平稳、灵活、无松动和卡涩等现象。

7.10.2 执行机构应固定牢固，动作时无晃动，安装位置应便于观察、操作和维护，不妨碍通行，操作手轮应处在便于操作的位置。

7.10.3 带定位器的控制阀，应将定位器固定在控制阀支架上，并便于观察和维护。定位器的反馈连杆与控制阀阀杆连接应紧密牢固。

7.10.4 执行机构输出轴与阀体（调节机构）连接的连杆或接头，安装时应保持适当的间隙，保证执行器动作灵活平稳。止档限位应在输出轴的有效范围内紧固，不应松动。

7.10.5 气动及液动执行机构的信号管应有足够的伸缩余量，不应妨碍执行机构的动作。

8 综合控制系统安装与调试

8.1 一般规定

8.1.1 综合控制系统安装前，施工单位应会同监理、建设单位或总承包单位检查控制室和机房，共同确认安装前应具备下列条件：

- a) 机柜基础型钢已安装完毕，并应符合本标准第7.2.5条的要求。所有需要在机柜基础上焊接的支架应已安装完毕，并涂刷防锈漆和面漆；
- b) 室内装饰工程已施工完毕，室内杂物应清理干净；
- c) 空调系统应安装调试完毕，已投入正常运行，室内温度、湿度均达到系统要求；
- d) 室内照明应施工完毕，已投入正常运行；
- e) 接地系统应施工完毕，接地电阻应符合设计文件规定；
- f) 控制室应具备封闭式管理条件，室内附属公用设施应完备；
- g) 卫生清扫工具、吸尘器、灭火器具及防鼠器具等应准备就绪。

8.1.2 对本安回路进行检查时，应确认与本安系统有关的电缆及端子排的色标（蓝色），本安回路的接线应确保安全区域与危险区域隔离。

8.1.3 综合控制系统的随机电缆敷设应按下列要求进行：

- a) 电缆的型号、尺寸、及其附件和工具应齐全，并满足相关系统资料的技术参数要求；
- b) 电缆的外部绝缘层应无损坏，绝缘电阻符合制造厂标准；
- c) 系统模块之间、节点之间及相关终端之间电缆应连接正确、标识清晰，网络通讯电缆、总线电缆之间的连接应符合制造厂及系统的设计要求。

8.1.4 机柜及设备内部易对人身造成伤害的地方应有明显的警示标志和防护措施。

8.1.5 应根据电源接线图检查电源输入、输出回路至各系统设备电源控制开关的正确性，并检查电源极性和电压等级。

8.1.6 应对所有的外围设备如打印机、PC机、投影仪等设备进行外观检查。所有外围设备均应有完整的使用说明书、相应系统软件及设备驱动程序。

8.1.7 综合控制系统设备不宜在无空调、无除湿设备的库房内长期存放。

8.1.8 系统硬件检查时，应记录产品技术文件设置的DIP开关缺省位置及硬件地址开关位置，插、拔卡件时不得用手或工具直接触摸电子线路板，不得用易产生静电的刷子或化纤织物等清理各类卡件及设备，操作者应采取防静电措施。

8.1.9 综合控制系统及智能控制仪表相互之间的通信接口进行检查与组态测试时，应检查通信协议、通信速率、奇偶校验位、优先级、通讯地址等，且数据传输和数据数值应正确。

8.1.10 综合控制系统上电检查正常，应用软件开始调试前及调试后，应立即作软件备份。

8.1.11 综合控制系统检查结果应填入综合控制系统基本功能检测记录、报警/联锁系统与可编程序控制系统调试记录、联校调试记录，并由施工单位、监理及建设单位代表签字确认。

8.2 综合控制系统安装

8.2.1 综合控制系统设备出库运输时应固定牢固，并应防止剧烈冲击与振动。

8.2.2 在设备吊装与搬运过程中，应保持平稳。

8.2.3 开箱检验应在制造厂商在场的情况下会同监理、建设单位、施工单位及总承包单位共同进行，检验后应签署检验记录。

8.2.4 设备开箱前，检查包装应完整。开箱检查应符合本标准第5.1.6条的要求，当环境温度小于4℃时，不宜对刚搬进室内的设备进行开箱，避免凝结水侵蚀设备。

8.2.5 设备开箱应使用适当工具，按层次顺序打开包装，不得强力敲打。

8.2.6 开箱检验应按装箱单逐一清点，并应符合下列要求：

- a) 所有硬件、备件、随机工具的数量、型号、规格均应与装箱单一致；
- b) 设备及备件外观良好，无变形、破损、油漆脱落、受潮锈蚀等缺陷；
- c) 资料齐全，软件外包装应完好无损。

8.2.7 设备在控制室和机房内搬运或移动时，不得损坏地面，就位后应及时固定。综合控制系统仪表盘、柜、箱和操作台的安装应符合本标准第7.2节的规定。

8.2.8 综合控制系统安装就位后应达到产品要求的供电条件、温度和湿度，并应保持室内清洁。

8.3 综合控制系统试验

8.3.1 综合控制系统在回路试验和系统试验前应在控制室内对系统本身进行试验。试验项目应包括组成系统的各操作站、工程师站、控制站、个人计算机和管理计算机、总线和通信网络等设备的硬件和软件的有关功能试验。

8.3.2 综合控制系统的试验应按批准的试验方案进行。

8.3.3 系统上电试验前应由监理组织建设单位、总承包单位、施工单位和制造厂商等有关人员，对系统的安装、电源、接地、系统电缆及配线进行检查确认。系统上电试验前应具备下列条件：

- a) 室内照明、空调系统、接地系统、消防系统、新风系统均已投入运行，达到系统的使用条件；

- b) 系统安装验收合格。系统各设备、部件的型号、规格和外观应符合要求；软件的规格、数量和版本应符合要求；
- c) 系统电缆、电源电缆、接地系统、通讯电缆安装及接线已完成；接地系统的接地电阻和电缆的绝缘电阻测试结果应符合设计文件要求；
- d) 电源系统（UPS）已投入正常运行，电源电压以及供电方式应符合厂家和设计文件要求；
- e) 系统与现场仪表相连的端子已断开；
- f) 安全性方面的系统标识、接地符号应正确、完好、规范；
- g) 机柜室/控制室内整洁有序，盘、柜和操作站内均已清理干净。

8.3.4 系统上电检查应包括下列内容：

- a) 电源设备和电源插卡各种输出电压的测量和调整；
- b) 对系统中全部设备和全部模块的通电状态进行检查，状态指示应正常；
- c) 对系统中单独的显示、记录、控制、报警等仪表设备进行单台校准和试验；
- d) 人机接口 HMI 检查测试；
- e) 系统设备在软件安装和组态数据装载后应正常运行。通过直接信号显示和系统软件诊断程序，对系统内的全部设备和模块进行状态检查；
- f) 系统时钟同步测试。

8.3.5 分散控制系统（DCS）应进行下列检查和试验：

- a) 系统总线、网络通信功能试验；
- b) 操作站的标准功能、流程图画面、分组画面、报警画面、趋势显示等组态应符合要求；
- c) 工程师站、历史记录工作站、智能设备管理系统操作站以及其他应用工作站或服务器等设备应完好投运，软件功能和组态功能应满足设计要求；
- d) 系统 I/O 通道试验：在端子柜的现场 I/O 端子侧，分别进行模拟量输入、数字量输入，模拟量输出、数字量输出回路试验，应满足设计文件要求；报警功能、控制功能应符合要求；
- e) 系统冗余和容错功能的检查试验；
- f) 系统记录、报表打印、拷贝、历史数据查询等功能的检查试验；
- g) 系统软件及应用软件备份功能的检查试验；
- h) 系统诊断、维护、修改功能的检查试验；
- i) DCS 与第三方设备的通信功能试验。

8.3.6 可编程序控制器（PLC）应进行下列检查和试验：

- a) 系统网络通讯功能试验；
- b) 系统 I/O 通道试验：在端子柜的现场 I/O 端子侧，分别进行模拟量输入、数字量输入，模拟量输出、数字量输出回路试验，应满足设计文件要求；对报警点进行分级报警检查，并检查报警打印；
- c) 系统冗余试验，包括冗余电源、中央处理器、I/O 卡、通讯卡、网络通讯等；
- d) 逻辑和顺序功能测试，模拟输入条件进行逻辑功能、控制功能试验；
- e) 系统软件及应用软件备份功能的检查试验；
- f) 系统诊断、维护、修改功能的检查试验；
- g) 与其他系统通信功能试验。

8.3.7 安全仪表系统（SIS）应进行下列检查和试验：

- a) 系统网络通讯功能试验；
- b) 操作站的程序运行、报警及联锁设定值、逻辑图画面，输入、输出状态，系统故障及诊断信息等显示、报警及历史记录等功能应符合要求；

- c) 系统 I/O 通道试验：在端子柜的现场 I/O 端子侧，分别进行模拟量输入、数字量输入，模拟量输出、数字量输出回路试验，应满足设计文件要求；
 - d) 辅助操作台紧急停车按钮、信号报警器及复位按钮的功能试验；
 - e) 辅助操作台开关、信号灯等元件的功能试验；
 - f) 系统操作旁路开关和维护旁路开关的功能试验；
 - g) 应用程序的逻辑功能试验，以及事件顺序记录功能试验；
 - h) 系统冗余和容错功能的检查试验；
 - i) 系统诊断、维护、修改功能的检查试验；
 - j) 系统软件及应用软件备份功能的检查试验；
 - k) 系统与 DCS 的通信功能试验；
 - l) 所有功能试验完成后，应把旁路开关和软件强制点恢复到解除状态。
- 8.3.8 现场总线控制系统（FCS）除应符合本标准第 8.3.5 条的规定外，还应进行下列检查和试验：
- a) 检查网络/网段的阻抗、电容、电源、信号电平、噪声电平，应符合厂家技术文件的规定；
 - b) 现场总线功能检查，检查设备位号、设备 ID、数据链路地址和控制功能组态等项目；
 - c) 通信读取试验，确认现场总线仪表和执行机构的数据可以被组态软件正常读取；
 - d) 系统通信线路检查，通信功能检查试验，总线地址分配检查；
 - e) 总线系统供电检查试验；
 - f) 模拟现场总线设备进行系统运算、控制、报警联锁功能的检查试验。
- 8.3.9 可燃及有毒气体检测系统（GDS）应进行下列检查和试验：
- a) 系统网络通信功能试验；
 - b) 操作站的程序运行、报警及联锁设定值、逻辑图画面，输入、输出状态，系统故障及诊断信息等显示、报警及历史记录等功能应符合要求；
 - c) 系统 I/O 通道试验：在端子柜的现场 I/O 端子侧，分别进行模拟量输入、数字量输入，模拟量输出、数字量输出回路试验，应满足设计文件要求；
 - d) 辅助操作台按钮、开关、信号报警灯等元件的功能试验；
 - e) 应用程序的逻辑功能试验，以及事件顺序记录功能试验；
 - f) 系统冗余试验，包括冗余电源模块、中央处理器、I/O 模块、通信接口、通信网络等；
 - g) 系统诊断、维护、修改功能的检查试验；
 - h) 系统软件及应用软件备份功能的检查试验；
 - i) 系统与 DCS 的通信功能试验。

9 仪表线路安装

9.1 一般规定

- 9.1.1 仪表电气线路的敷设，除应符合本标准规定外，还应符合 GB 50168 的有关规定。
- 9.1.2 在有爆炸和火灾危险的环境中敷设电缆时，还应符合 GB 50257 和本标准第 10.2 节的有关规定。
- 9.1.3 电缆敷设前，应进行外观、绝缘和导通检查，并用直流 500V 兆欧表测量绝缘电阻，其电阻值不应小于 $5M\Omega$ ；当设计文件有特殊规定时，应符合设计文件的规定。
- 9.1.4 线路的敷设应符合设计文件的规定。当设计文件无具体要求时，应根据现场实际情况沿较短路径集中敷设。敷设线路时，不宜交叉，应使线路不受损伤，并横平竖直、整齐美观、固定牢固。
- 9.1.5 线路不应敷设在高温、易受机械损伤、有腐蚀性物质排放、潮湿以及有强电磁场干扰的位置，当无法避免时，应采取防护和屏蔽措施。
- 9.1.6 线路不应敷设在影响操作和妨碍工艺设备、管道检修的位置，应避开运输、人行、消防通道和

吊装孔。

- 9.1.7 当线路周围环境温度超过 65℃时，应采取隔热措施。当线路附近有火源时，应采取防火措施。
- 9.1.8 线路不宜平行敷设在高温工艺管道和设备的上方或有腐蚀性液体的工艺管道和设备的下方。
- 9.1.9 线路与绝热的工艺设备和管道的绝热层表面的距离应大于200mm，与其他工艺设备、管道表面的距离应大于 150mm，与构筑物和钢结构的距离应大于 50mm。
- 9.1.10 仪表交流电源线路，应与仪表信号线路分开敷设；本安信号和非本安信号线路也应分开敷设；现场总线和通讯电缆宜单独敷设。分隔方式宜采用金属隔板隔开，也可以采用不同的电缆桥架或电缆保护管。
- 9.1.11 现场机柜室或控制室的进线方式应符合设计文件规定，并应符合下列要求：
- 架空进线时，由室外进入建筑物内时，电缆桥架向外的坡度不应小于 1/100；电缆穿墙进口处，宜采用专用的密封材料，并满足抗爆、防火、防水、防尘要求；
 - 地下进线时，电缆穿墙入口处洞底标高应高于室外沟底标高300mm以上，入口处和墙孔洞应进行密封处理，室外沟底应有排水设施。
- 9.1.12 仪表信号电缆与电力电缆交叉敷设时，宜成直角跨越，并且两者之间的间距应大于 300mm；应尽量避免与电力电缆平行敷设，若不可避免时，两者之间应保持一定的距离，两者之间的最小允许间距，应符合表 9.1.12 的规定。

表 9.1.12 仪表电缆与电力电缆平行敷设的最小允许间距 单位：mm

电力电缆电压与工作电流	相互平行敷设的长度 m			
	<100	<250	<500	≥500
125V, 10A	50	100	200	1200
250V, 50A	150	200	450	1200
400V, 100A	200	450	600	1200
500V, 200A	300	600	900	1200
3000V~10000V, 800A	600	900	1200	1200

- 9.1.13 线路进入室外的盘、柜、箱时，应从底部或侧面进入，并应有满足设计文件规定的密封措施。
- 9.1.14 线路的终端接线处以及经过建筑物的伸缩缝和沉降缝处，应留有余度。
- 9.1.15 电缆桥架及保护管连接时应采用机械方法制作加工，不得使用电、气焊切割或开孔，加工部位应平整、光滑，无飞边、毛刺。
- 9.1.16 敷设线路时，不宜在混凝土梁、柱上凿安装孔。在有防腐蚀层的建筑物和构筑物上不应损坏防腐蚀层。
- 9.1.17 线路敷设完毕，应进行校线和标号，并应按本标准第 9.1.3 条的规定测量电缆的绝缘电阻。
- 9.1.18 测量电缆的绝缘电阻时，应将已连接上的仪表设备及部件断开。
- 9.1.19 在线路的终端处，应加标志牌。地下埋设的线路，在地面上应有明显的标识。
- 9.1.20 仪表电缆中间不应有接头，但可以根据需要设置接线箱或接线柜。
- 9.1.21 搬运电缆时，应避免电缆及电缆盘受到损伤。电缆盘滚动时应顺着盘上箭头指示或电缆的缠紧方向。

9.2 支架制作与安装

- 9.2.1 支架的材质、规格、结构型式和制作方式应符合设计文件要求。

9.2.2 制作支架时，应将材料矫正、平直，非镀锌碳钢支架制作前应进行除锈、防腐；支架制作时应采用机械方法切割，切口处应打磨光滑，不应有卷边和毛刺。制作好的支架应牢固、平正、尺寸准确，并及时除锈、涂防锈漆；镀锌支吊架的镀锌层应完好，在切口、焊接等处应进行防腐处理。

9.2.3 支架安装应符合下列要求：

- a) 在允许焊接的金属结构上和混凝土构筑物的预埋件上安装时，应采用焊接固定；
- b) 在混凝土上安装时，宜采用适配的金属膨胀螺栓固定，不应采用射钉方式进行固定；
- c) 不应在工艺管道和设备上焊接支架，宜采用U型螺栓、抱箍或卡子固定；
- d) 支架不宜安装在250℃以上或0℃以下的工艺管道上；
- e) 支架安装应固定牢固、横平竖直，成排支架安装应整齐美观，支架间距应均匀；
- f) 支架水平安装时，各支架的同层横档应在同一水平面上，偏差不应大于5mm。电缆桥架支吊架沿桥架走向左右偏差不应大于10mm；
- g) 安装在有坡度的电缆沟内或建筑结构上时，其安装坡度应与电缆沟或建筑结构的坡度一致；
- h) 在有防火要求的钢结构上焊接支架时，应在防火层施工之前进行，并预留出防火层的空间。

9.2.4 电缆桥架及保护管安装时，金属支架的位置及间距应符合设计文件规定。当设计文件未做规定时，金属支架之间的间距宜为1.5m～3m，大跨距电缆桥架的支架间距应符合制造厂要求；在桥架的弯头处、伸缩节两侧、终端处及其他需要的位置宜安装支架。

9.2.5 电缆直接在支架上敷设时，电缆各支点的距离应符合设计文件规定。当设计文件未做规定时，水平方向支架间距宜为0.8m，垂直方向宜为1.0m。

9.3 电缆桥架安装

9.3.1 电缆桥架及其构件安装前应进行外观检查，其内、外表面应完好、平整，内部应光洁、无毛刺，加工尺寸应准确，配件应齐全，电缆槽底板应有排水孔。

9.3.2 当弯头、三通、变径等配件需要在现场制作时，应采用成品直通电缆桥架进行加工，现场制作宜采用螺栓连接，其弯曲半径不应小于该电缆桥架上的电缆最小允许弯曲半径的最大者。

9.3.3 加工成形后的配件切割面应打磨光滑，不应有损伤电缆的毛刺、刃边等缺陷，并按照设计文件要求，及时涂刷底漆和面漆。

9.3.4 电缆桥架宜架空敷设，安装位置应符合设计文件的要求，电缆桥架安装在工艺管架上时，宜布置在工艺管道的侧面或上方，其侧面和上面宜留有便于维护和工作的空间。

9.3.5 电缆桥架的安装程序应先主干线，后分支线，先将弯头、三通和变径定位，后直线段安装。

9.3.6 电缆桥架的连接、变径、转弯时，应使用配套的附件，并应采用平滑的半圆头防锈螺栓固定，固定螺栓应紧固无遗漏，螺母应位于电缆桥架的外侧。

9.3.7 电缆桥架在支架上的固定方法，应按设计文件的规定进行，不应采用焊接固定。

9.3.8 当设计文件无具体规定时，钢制电缆桥架直线段长度超过30m、铝合金或玻璃钢电缆桥架直线段长度超过15m时，应设置伸缩节，其连接宜采用伸缩连接板，伸缩缝的长度不应小于20mm，伸缩连接板两侧宜安装支架，每个支架距离伸缩连接板的距离不宜超过0.6m。电缆桥架跨越建筑物伸缝处应设置伸缩装置。

9.3.9 电缆桥架安装应保持横平竖直、排列整齐，底部接口应平整、紧密、无毛刺。成排电缆桥架安装时，应排列整齐、间距均匀，弯曲部分弧度应一致。电缆桥架变标高时，底板、侧板不应出现锐角和毛刺。电缆桥架转弯处的弯曲半径不应小于其内各电缆最小允许弯曲半径的最大者。

9.3.10 电缆桥架的开孔，应采用机械加工方法，不得用电焊和气焊切割，开孔后，边缘应打磨光滑，并及时作防腐处理。

9.3.11 保护管应在电缆桥架侧面高度2/3以上的区域内，采用管接头或锁紧螺母与电缆桥架连接。保护管不应在电缆槽的底部、盖板和桥架连接部位开孔引出。当电缆直接从开孔处引出时，应采取适

当措施保护电缆。

9.3.12 电缆桥架垂直段大于2m时，应在垂直段上、下端槽内增设固定电缆用的支架。当垂直段大于4m时，还应在其中部增设支架。

9.3.13 电缆桥架隔板应低于电缆槽侧板高度，边缘应光滑，安装时应采用平滑的半圆头防锈螺栓固定在底板上，螺母应位于底板的外侧。

9.3.14 铝合金电缆桥架在非镀锌碳钢支架上固定时，应采取防电化学腐蚀的隔离措施，如设置聚氯乙烯或氯丁橡胶衬垫。不锈钢电缆桥架安装时，不应与碳钢支架上直接接触。

9.3.15 电缆桥架的盖板应固定牢靠，便于拆卸。

9.3.16 金属电缆桥架全长应有可靠的电气连接并接地，并应符合本标准第10.3.6条的规定。

9.4 电缆保护管安装

9.4.1 保护管宜采用镀锌钢管，镀锌层应完好，表面不应有穿孔、裂缝、锈蚀和显著的凹凸不平，内壁应清洁、无毛刺，管口应光滑、无锐边。

9.4.2 保护管宜选最短途径架空敷设，并尽量减少弯曲。保护管内电缆充填系数一般不超过0.4。单根电缆穿管时，保护管内径不应小于电缆外径的1.5倍。当架空敷设有困难时，可采用埋地敷设，但保护管管径应加大一级。

9.4.3 不同电压等级及频率特性的线路，应分别穿管敷设。

9.4.4 保护管弯制应采用冷弯法，薄壁管宜采用弯管机冷弯。弯制保护管时，应符合下列规定：

- a) 弯成角度不应小于90°；
- b) 弯曲半径不应小于所穿入电缆的最小允许弯曲半径；
- c) 弯曲处不应有凹陷、裂缝和明显的凹瘪，弯扁程度不宜大于管子外径的10%；
- d) 单根保护管的弯头不应超过3个，直角弯不应超过2个。

9.4.5 明配保护管应排列整齐，横平竖直，成排安装时应整齐、美观、间距均匀一致，宜用镀锌U型螺栓或管卡固定牢固。

9.4.6 保护管的支架安装在有弧度的设备或结构上时，其安装弧度应与设备或结构的弧度一致。

9.4.7 保护管沿塔、容器的梯子安装时，不应与电气保护管处在同一侧，且宜沿梯子左侧安装。

9.4.8 保护管若横跨塔、容器的梯子安装时，应安装在梯子的后面，其位置应在人上梯子时接触不到的地方。

9.4.9 保护管之间及保护管与连接件之间，应采用螺纹连接，螺纹加工应光滑、完整、无锈蚀，管端螺纹的有效长度应大于管接头长度的1/2；连接后螺纹宜外露为2扣～3扣，并应保持管路的电气连续性。

9.4.10 单根保护管的直线长度超过30m或弯曲角度的总和超过270°时，应在中间加装穿线盒。

9.4.11 当保护管的直线长度超过30m、沿高温工艺设备/管道敷设或经过结构伸缩缝时，应采取膨胀补偿措施，如局部设置鹤首弯或采用金属软管连接。

9.4.12 保护管的仪表端宜低于仪表及接线箱的进线口，当保护管有可能受到雨水或潮湿气体浸入时，在可能积水的位置或最低处，应安装排水三通。

9.4.13 保护管穿过楼板和钢平台时，应符合下列要求：

- a) 开孔准确，大小适宜；
- b) 不得切割楼板内钢筋或平台钢梁；
- c) 穿过楼板时，应加保护套管；穿过钢平台时，应焊接保护套或防水圈。

9.4.14 明敷设电缆穿过楼板、钢平台或隔墙处，应预留保护管，管段宜高出楼面1m；穿墙保护管的套管或保护罩两端延伸出墙面的长度应小于30mm。

9.4.15 保护管与仪表、接线箱连接时，应按设计文件规定安装电缆密封接头、密封管件或挠性软管

， 并作防水处理；当保护管与仪表之间不采用挠性软管连接时，管末端应带护线帽或加工成喇叭口。

9.4.16 暗配保护管应选最短途径敷设，在抹面或浇灌混凝土之前安装，埋入墙或混凝土时，离表面的净距离不应小于15mm，外露的管端应采取保护螺纹的措施。

9.4.17 当保护管埋地敷设时，应选用壁厚大于2mm的镀锌钢管，且宜采用套管焊接，套管长度不应小于保护管外径的2.2倍，管子对口应处于套管的中心位置，套焊处焊缝应完整饱满，并应做防腐处理。保护管埋设深度不应小于700mm，在寒冷地区，电缆应埋在冻土层以下。当无法实施时，应有防止电缆损坏的措施。

9.4.18 埋地保护管与公路、铁路交叉时，管顶埋入深度应大于1m，与排水沟交叉时，管顶离沟底净距离应大于0.5m，并延伸出路基或排水沟外1m以上。保护管与地下管道交叉时，与管道的净距离应大于0.5m，过建筑物墙基应延伸出散水坡外0.5m。

9.4.19 保护管引出地面的管口宜高出地面200mm，并应有防水、防尘措施；当从地下引入落地式仪表盘（箱）内时，管口宜高出地面50mm。多根并排的保护管安装时，应排列整齐，管口标高一致。

9.4.20 当保护管埋地敷设时，为方便施工，在保护管汇聚、转弯和上引等地方可设置手孔。

9.5 电缆敷设

9.5.1 电缆敷设前应进行下列检查：

- a) 电缆桥架已安装完毕并报验合格，内部应平整、光洁、无毛刺、干净无杂物；
- b) 电缆型号、规格、长度等应符合设计要求，外观良好，保护层不应有破损；
- c) 绝缘电阻及导通试验检查合格；
- d) 控制室机柜、现场接线箱及电缆桥架（或保护管）已安装完毕。

9.5.2 电缆敷设前应进行下列准备工作：

- a) 电缆敷设前，应按设计和实际敷设路径计算每根电缆的长度，合理安排每盘电缆，并编制电缆分配表；
- b) 不同电压等级和信号类型的电缆不宜敷设在同一电缆桥架内，不可避免时，应用金属隔板隔离，并按设计文件的规定分类分区敷设；
- c) 根据现场电缆分布情况和电缆分配表，按先远后近，先集中后分散的原则，安排电缆敷设顺序；
- d) 电缆首尾两端应有符合设计文件规定的标识牌。标识牌上应注明电缆编号、型号规格及起点、终点；标志牌的字迹应清晰牢固。

9.5.3 电缆应集中敷设。敷设过程中，应由专人统一指挥。电缆敷设完毕应及时加好盖板。

9.5.4 电缆敷设时的环境温度应符合电缆厂家产品技术文件的要求。当电缆厂家无具体要求且周围环境温度低于表9.5.4规定的温度值时，电缆敷设应采取有效措施。

表 9.5.4 电缆允许敷设最低环境温度

电缆类型	电缆结构	允许敷设最低环境温度 ℃
控制电缆	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套	-10
	橡皮绝缘聚氯乙烯护套	-15
	耐寒护套	-20

9.5.5 电缆敷设应合理安排，避免交叉，防止电缆之间或电缆与其他硬物之间摩擦引起的机械损伤，并应及时装设标识牌。

9.5.6 电缆在电缆桥架内应按顺序排列整齐，绑扎牢固，不应采用铁丝直接捆扎电缆。在垂直电缆桥

架内敷设时，应将电缆绑扎在固定支架上，并做到松紧适度。电缆在拐弯、两端、伸缩缝、热补偿区段、易振等部位应留有余量。

9.5.7 除下列情况外，仪表电缆不应有中间接头：

- a) 需要延长已经使用的电缆时，应加接线盒或接线箱；
- b) 消除使用中的电缆故障时，应加接线盒或接线箱。

9.5.8 电缆敷设和摆放时，其弯曲半径不应小于其允许的最小弯曲半径。

9.5.9 明敷设的信号电缆与具有强电场和强磁场的电气设备之间的净距离宜大于1.5m，当采用屏蔽电缆或穿金属保护管以及在电缆桥架内敷设时，宜大于 0.8m。

9.5.10 电缆在电缆沟内敷设时，应符合下列要求：

- a) 电缆沟内应无杂物、无积水、盖板齐全；
- b) 电缆沿电缆沟敷设进入建筑物处，应采取防火封堵措施，并应符合本标准第 9.1.11 条的规定；
- c) 本安电缆与非本安电缆在电缆沟中敷设时，间距应大于 50mm；
- d) 电缆从沟内引出地面时，应加保护管，出地面的管口应使用防爆密封剂或其他填料进行密封；
- e) 电缆敷设后，在可能积聚易燃易爆气体的电缆沟内应充填砂子，沟顶应盖上盖板。

9.5.11 电缆直接埋地敷设时，应符合以下要求：

- a) 直埋沟应避开建筑物的基础。直埋敷设的电缆与建筑物地下基础的最小净距应为 600mm，与电力电缆间的最小净距离应为 500mm；
- b) 直埋电缆的埋设深度不应小于 700mm，在寒冷地区，电缆应埋在冻土层以下。当无法实施时，应有防止电缆损坏的措施；
- c) 直埋电缆穿越道路时，应穿保护管保护。预埋保护管的预埋深度不应小于 1.0m。
- d) 直埋电缆与工艺管道交叉时，应穿保护管保护。保护管长度应满足保护管两端离交叉管道外壁或绝缘层的距离不小于 1.0m。
- e) 直埋电缆不应平行敷设于管道的正上方或正下方。当沿地下管道两侧平行敷设时，最小净距离应符合表 9.5.11 的规定；
- f) 直埋电缆的上下部应铺有 100mm 厚的软土或砂子层，软土或砂子中不应有石块或其他硬质杂物，并加盖混凝土护板或砖块，其覆盖宽度应超过电缆边缘两侧各 50mm；
- g) 直埋电缆在直线段每隔 50m~100m 处、电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处，应设置明显的方位标志或标桩。路径标志应清晰、牢固，并与实际路径相符。

表 9.5.11 直埋电缆与管道的最小净距

管道类别	平行净距 mm	交叉净距 mm
热力管道	2000	500
易燃易爆介质管道	1000	500
水管或其他工艺管道	500	500

注：电缆穿保护管时，与管道交叉净距可降为 250mm。

9.5.12 设备附带的专用电缆，应按产品技术文件的要求敷设。

9.5.13 仪表电缆与电气避雷引下线交叉敷设无法满足敷设间距要求时，应穿保护管屏蔽敷设，钢管两端应做等电位接地。

9.5.14 热电偶补偿导线的型号，应与热电偶分度号相匹配。

9.6 光缆敷设

9.6.1 光缆敷设前应进行外观检查和光纤导通检查，绝缘层表面应平整、色泽均匀、无损伤，两端应

密封良好。

9.6.2 光缆应按设计文件规定采用格栅管、电缆桥架、保护管、直埋或电缆沟等敷设方式。在电缆沟中敷设时，光缆与其他电缆的平行间距不宜小于100mm。

9.6.3 光缆敷设时，应保持光缆的自然状态，不应出现扭结现象。在敷设过程及完成后，应消除沿光缆轴向随机分布的侧向压力以避免微弯。

9.6.4 光缆在地下敷设时，格栅管、保护管、标示桩和电缆井等的布置和施工，应符合设计文件规定。光缆敷设前，应对格栅管、保护管和电缆井内进行清理，达到清洁畅通。

9.6.5 光缆的弯曲半径不应小于光缆外径的15倍，敷设过程中不应小于光缆外径的20倍。

9.6.6 光缆敷设时，在线路的拐弯处、电缆井内以及终端处应预留适当的长度，并做好标识。

9.6.7 控制系统用冗余的光缆，应通过不同的敷设路径进入控制室或机柜室。

9.6.8 直埋光缆的埋设深度不应小于800mm，人（手）孔的设置应符合设计文件规定。地下埋设的光缆线路，在地面上应有明显的标识。

9.6.9 光缆在敷设后，应将光缆中的加强构件固定牢固，光缆端头应做密封防潮处理，不应浸水。

9.7 电缆接线

9.7.1 仪表电缆接线应在电缆敷设完成，电缆导通检查及绝缘检查合格后进行。

9.7.2 电缆敷设后，两端应做电缆头，电缆头的制作应符合下列要求：

- a) 从开始剥切电缆到制作完毕，应连续一次完成；
- b) 剥切电缆时不应伤及芯线绝缘；
- c) 铠装电缆应用钢线或喉箍卡将钢铠和接地线固定；
- d) 屏蔽电缆的屏蔽层应分别各自穿绝缘套管引出，屏蔽线之间应相互绝缘隔离；
- e) 电缆头应用绝缘胶带包扎密封，或用热缩管热封；
- f) 电缆头应排列整齐、固定牢固。

9.7.3 集中布置的仪表盘柜内部的电缆头高度宜保持一致，电缆头距离盘柜底部高度不宜小于200mm，分层布置时电缆头距离盘柜底部高度不宜超过600mm。

9.7.4 仪表盘、柜、箱内的线路宜敷设在汇线槽内，在小型接线箱内也可明线敷设。当明线敷设时应根据接线图综合考虑排列顺序，防止交叉，分层应合理。电缆/电线束应用绝缘扎带绑扎牢固，扎带间距宜为100mm～200mm。

9.7.5 本安仪表与非本安仪表的接线端子应分开设置，两者的信号线应采用不同汇线槽敷设。

9.7.6 信号电缆中的双绞线或多绞线应保持到接线端子处，不应提前拆开绑扎。

9.7.7 仪表盘、柜、箱内布线应整齐美观，线号标识应耐久、清晰，导线应留有适当余量。

9.7.8 备用芯线宜直接在备用端子上，或按使用的最大长度预留，并按设计文件规定标注备用线号。

9.7.9 仪表电缆接线应符合下列规定：

- a) 接线前应校线，电缆芯线不应有损伤；
- b) 每根导线在接线端子处应做出明显、耐久的标识，标识长度及字母排列方向应一致；
- c) 线芯剥线长度应和接线端子匹配，多股线芯导线应采用规格匹配的接线片压接后与接线端子相接，不应存在中间接头；
- d) 电缆芯线与端子的连接应接触良好、压接牢固；
- e) 同一个接线端子上的连接芯线，不应超过两根；
- f) 分支屏蔽电缆的屏蔽层在现场仪表设备端应悬空，并作绝缘处理；
- g) 接线完成后，应按接线图复查接线是否正确。

9.7.10 现场总线仪表电缆接线除应符合本标准第9.7.9条的规定外，还应符合下列规定：

- a) 现场总线仪表线路连接应为并联方式；

- b) 每条总线上的仪表数量、总线电缆的最大距离应符合设计文件规定；
- c) 现场总线电缆在机柜汇线槽内、接线箱内应禁止折叠，电缆弯曲半径不应小于75mm；
- d) 现场总线电缆任何信号线都不应接地。

9.7.11 光缆接续应符合下列要求：

- a) 光缆的接续、分歧应使用光缆接头盒；室外安装的接头盒应采用密封防水结构，并具有防腐蚀和一定的抗压力、张力和冲击力。
- b) 光缆和设备连接宜使用光纤配线架，盘柜、设备间的光纤连接应采用专用连接器进行连接；
- c) 光纤接续应采用专用设备进行熔接，并应符合 GB 51171 的有关规定；
- d) 光纤接续前应根据接头位置预留足够长度；
- e) 光纤接续环境应整洁，光缆各连接部件、工具及材料应清洁；
- f) 光纤接续时，应按光纤排列顺序对应连接，排列应整齐、美观，并应做好标识；
- g) 光纤熔接操作中应防止损伤或折断光纤；
- h) 光纤接续前和接续后均应对光纤进行测试，技术指标应符合设计文件规定；
- i) 光纤熔接作业应连续完成，不应中断。

10 电气防爆和接地

10.1 一般规定

10.1.1 安装在爆炸危险环境的仪表、仪表线路、电气设备及材料，其规格型号应符合设计文件的规定。防爆设备应有铭牌和防爆标识，并在铭牌上标明国家授权的机构颁发的防爆合格证编号。

10.1.2 爆炸和火灾危险环境的仪表装置施工除应符合本标准的规定外，还应符合 GB 50257 的规定。

10.1.3 安装在爆炸危险环境的仪表、电气设备和材料，应无损伤和裂纹，产品标识应规范、清晰、耐久。

10.1.4 每台需要接地的仪表、设备均应单独接地，不应串联连接。

10.1.5 每台机柜均应采用单独的接地干线接到网型接地排或接地汇总板，不应串联连接。

10.1.6 仪表接地应与电气系统接地共用接地装置，并应接到电气系统的接地网上。

10.1.7 仪表接地应根据等电位接地的原则，实现等电位接地连接网。仪表及控制系统的保护接地、工作接地、本质安全接地、屏蔽接地、防静电接地和防雷接地应最终接到电气接地装置。

10.1.8 仪表及控制系统的接地系统的连接方式和接地电阻值应符合设计文件和 SH/T 3081 的规定。

10.1.9 接地系统的标识颜色应为黄、绿相间两色或绿色。

10.2 爆炸和火灾危险环境的仪表装置施工

10.2.1 当电缆桥架或电缆沟通过不同等级的爆炸危险区域的分隔间壁时，在分隔间壁处应做充填密封。控制室/机柜室进线应采用专用电缆穿墙密封模块或其他方式进行隔离，满足抗爆、防火、防水和防尘的要求。

10.2.2 当保护管通过不同等级的爆炸危险区域的分隔间壁时，分界处保护管和电缆之间、保护管和分隔间壁之间应做充填密封。

10.2.3 采用正压通风的防爆仪表盘（箱）的通风管应保持畅通，且不宜安装切断阀，盘（箱）内应能维持不低于设计文件规定的压力；当设有低压力联锁或报警装置时，其动作应准确、可靠。

10.2.4 防爆仪表和电气设备引入电缆时，应采用相应防爆级别的电缆引入装置，宜采用防爆电缆密封接头进行密封。防爆电缆密封接头的弹性密封圈应与电缆外径匹配，直径误差不宜大于 $\pm 1\text{mm}$ ，弹性密封圈的一个孔应密封一根电缆。外壳上未使用的孔应采用与防爆型式相适应的封堵件堵塞。

10.2.5 安装在爆炸危险区域的电缆保护管，应符合下列规定：

- a) 保护管与接线盒、分线箱、穿线盒之间连接时，应采用螺纹连接，螺纹加工应光滑、完整、无锈蚀，有效啮合部分不应少于 5 扣，外露宜为 2~3 扣，螺纹处应涂导电力复合脂；
- b) 保护管与仪表、检测元件、电气设备、接线箱、分线箱连接时，或进入仪表盘、柜、箱时，应安装防爆密封管件，并做好充填密封；
- c) 密封管件与仪表、检测元件、电气设备、接线箱、分线箱外壳间的距离不应超过 0.45m；
- d) 密封管件与保护管之间可采用挠性软管连接，其弯曲半径不应小于 5 倍连接管直径。

10.2.6 本质安全型仪表的安装和线路敷设，还应符合下列规定：

- a) 本安线路与非本安线路，不应共用同一根电缆或敷设在同一根保护管内；
- b) 本安线路及其附件应有耐久性的蓝色标志；
- c) 本安线路与非本安线路在同一电缆桥架或电缆沟内敷设时，应采用接地的金属隔板隔开，或分开排列敷设，其间距应大于 50mm，并分别固定牢固；
- d) 本安线路的分支、接头应设在增安型接线箱内；
- e) 仪表盘、柜内的本安线路与关联线路或其他线路的接线端子之间的间距，不应小于 50mm，当间距不能满足要求时，应采用高于端子的绝缘隔板隔离；本安线路与关联线路或其他线路的盘内配线，应分开绑扎、固定；
- f) 本质安全回路中安全栅、隔离器等关联设备的安装位置，应在安全场所一侧或置于其他符合爆炸性环境要求的防爆设备内，需接地的关联设备应有可靠接地。不同类型的安全栅不应互代用；
- g) 采用屏蔽电缆时，屏蔽层不应接到安全栅的接地端子上；
- h) 本安线路内的接地线和屏蔽连接线，应有绝缘层。

10.2.7 用于火灾危险场所的仪表外壳、接线盒/箱等，当采用非金属材料时，应采用阻燃材料。

10.2.8 安装在有爆炸和火灾危险环境的仪表盘，其仪表管道及线路引入孔处应为防爆结构。安装在有毒或有腐蚀性物质环境的仪表盘，其仪表管道及线路引入孔处应密封。

10.3 保护接地

10.3.1 爆炸危险环境中，非本质安全系统的现场仪表金属外壳、金属保护箱、金属接线箱应实施保护接地，本质安全系统的现场仪表金属外壳、金属保护箱、金属接线箱可不实施保护接地。

10.3.2 装有仪表或控制系统的金属盘、柜、台、箱、架等宜实施保护接地。

10.3.3 与已经接地的金属盘、柜、台、箱、架等电气接触良好，或与其实施了导电连接的仪表和控制系统的外露导电部分可不另外实施保护接地。

10.3.4 用于雷电防护的现场仪表金属外壳、金属保护箱、金属接线箱应实施保护接地。

10.3.5 需要实施保护接地的现场仪表金属外壳、金属保护箱、金属接线箱应就近连接到接地网，或连接到已经接地的金属支架、框架、平台、围栏、设备等金属构件上。

10.3.6 金属电缆桥架的接地应符合下列要求：

- a) 金属电缆桥架全长应具有可靠的电气连接并接地，当电缆桥架表面有绝缘涂层时，应将需电气连接处的绝缘层清除干净；
- b) 电缆桥架的起始端和终点端均应可靠接地，当全长大于 30m 时，每隔 20m~30m 应增加接地；
- c) 镀锌电缆桥架间连接板的两端可不跨接接地线，但连接板每端至少应有 2 个带防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓；
- d) 非镀锌电缆桥架间连接板的两端应跨接不小于 4 mm² 的铜芯接地线；不锈钢和铝合金材质的电缆桥架连接处跨接应使用专用的接地螺栓孔进行，不应采用桥架连接板固定螺栓孔。

10.3.7 电缆桥架、电缆保护钢管在进入建筑物之前，应就近接到建筑物外部的接地网。

10.3.8 不得利用储存、输送可燃性介质的金属设备、管道以及与之相关的金属构件进行接地。

10.4 工作接地和屏蔽接地

10.4.1 仪表及控制系统需要进行接地的仪表信号回路，应实施工作接地，接地系统的连接方式应符合设计文件规定。

10.4.2 信号回路的接地应采用单点接地方式。

10.4.3 工作接地在接到汇总板或网型接地排之前不应与保护接地混接。

10.4.4 工作接地的导线、各连接点、工作接地汇流条等在接到汇总板或网型接地排之前应与其它导体绝缘。

10.4.5 采用齐纳式安全栅的本质安全系统应接到工作接地。齐纳式安全栅的接地汇流排应与供电的直流电源公共端相连接，并应接到本机柜的工作接地汇流排，再经接地干线接到工作接地汇总板或网型接地排。

10.4.6 单层屏蔽电缆的屏蔽层和分屏总屏蔽电缆的内屏蔽层应在控制室/机柜室仪表盘柜侧单端接到工作接地。

10.4.7 分屏总屏蔽电缆的外屏蔽层、铠装电缆的铠装金属保护层应在现场和控制室/机柜室两端接到保护接地。

10.4.8 备用电缆的屏蔽层、不带屏蔽层的电缆备用芯宜在控制室/机柜室一侧接到工作接地；对屏蔽层已接地的屏蔽电缆或穿钢管敷设或在金属电缆槽中敷设的电缆，备用芯可不接地，并应在电缆终端处进行绝缘处理。

10.4.9 现场仪表设备端电缆的屏蔽层应浮空，并应作绝缘处理。同一回路的屏蔽层应具有可靠的电气连续性，不应浮空或重复接地，铠装电缆的铠装层应与仪表设备一同实施接地。

10.4.10 在中间接线箱内，主电缆的分屏蔽层宜采用端子将对应的分支电缆的屏蔽层进行连接，不同的屏蔽层应分别连接，不应混接，并应绝缘。

10.5 防雷和防静电接地

10.5.1 对于需要防静电的设备，应连接到保护接地。控制室/机柜室的导静电地面、防静电活动地板、金属工作台等应进行等电位连接并接地。

10.5.2 已经实施了保护接地或工作接地的仪表和设备，可不进行单独的防静电接地。

10.5.3 电涌防护器应安装在被保护设备的前端，并与其他电气设备保持一定距离。

10.5.4 仪表防雷工程接地系统的施工应符合设计文件和 SH/T 3164 的规定。

10.5.5 控制室/机柜室内安装电涌防护器的金属导轨或接地汇流条应接到机柜下方的接地排或机柜内的保护接地汇流条。仪表电缆进入室内，应先接电涌防护器，再接后续仪表（包括保险类端子）。

10.5.6 现场仪表装配的电涌防护器的接线应尽可能短，不应弯曲或有多余的长度。电涌防护器的接地线应接在仪表内部的接地端子上，同时，仪表外壳接地端子应接地。

10.6 接地连接

10.6.1 接地系统的导线应采用多股绞合铜芯绝缘电线或电缆。

10.6.2 接地线的截面积应符合设计文件的规定，当设计文件无规定时，应符合下列要求：

- a) 室内安装的单台仪表的接地导线宜为 $1\text{mm}^2 \sim 2.5\text{mm}^2$;
- b) 现场仪表或接线箱的接地连接导线宜为 $2.5\text{mm}^2 \sim 4\text{mm}^2$;
- c) 电缆桥架的接地连接导线不宜小于 16mm^2 ;
- d) 机柜内汇流排或汇流导轨之间的接地连接导线宜为 $4\text{mm}^2 \sim 6\text{mm}^2$;
- e) 机柜到网型结构接地排之间的接地连接导线宜为 $6\text{mm}^2 \sim 10\text{mm}^2$;
- f) 机柜到接地汇总板或汇总板之间的接地干线宜为 $10\text{mm}^2 \sim 25\text{mm}^2$;
- g) 接地装置引出线宜为 $25\text{mm}^2 \sim 70\text{mm}^2$ 。

10.6.3 接地汇流排宜采用截面尺寸不小于 $25\text{mm}\times 6\text{mm}$ （宽×厚）的铜条制作。接地汇总板宜采用铜板制作，铜板厚度不应小于 6mm ，长宽尺寸应按需要确定。

10.6.4 采用分支集中结构的方案时，应在机柜间的适当位置设置保护接地汇总板、工作接地汇总板和总接地板，安装位置应考虑较短的接地干线路径以及易于施工、检查和维护。各机柜的接地干线应分别单独接到对应的接地汇总板。

10.6.5 采用网型结构的方案时，应在机柜支架上、操作台底部敷设接地连接导体作为网型接地排，连接成局部接地网，网型接地排之间的连接应采用焊接方式，焊口处至少应有两条纵向焊缝，焊缝的焊接总长度应大于 160mm ，焊接部位应做防腐处理。

10.6.6 各类接地连接中，不应接入开关或熔断器。

10.6.7 接地导线应采用尽可能短的路径，并宜按直线路径敷设，不应将接地导线绕成螺线管状或盘成环状。所有接地导线、接地连接导体的敷设均应避免可能产生机械损伤的路径，或应采取防护措施。

10.6.8 控制室/机柜室内各类接地导线、接地连接导体、接地排等的施工应易于检查和维护，并应设置明显标志。

10.6.9 分支集中结构的室内接地排、总接地板应采用两条或多条接地干线，经不同路径的连接方式分别接到电气接地装置引到室内的电气接地板。

10.6.10 网型结构的室内接地网应采用至少4条截面积 $\geq 40\text{mm}\times 4\text{mm}$ （宽×厚）的铜材或热镀锌扁钢接地连接导体，应经不同路径、至少两个方向的连接方式分别接到电气接地装置引到室内的电气接地板。

10.6.11 接地导线在穿过墙壁、楼板和地坪处应加装钢管或者其他坚固的保护管。有化学腐蚀的部位还应采取防腐措施。

10.6.12 电气接地板应采用单独的接地连接导体接到电气接地装置，且宜均匀分布，当相邻电气接地板的接地排连接路径大于 30m 时，应增加电气接地板。与电气接地板的连接处应设置明显的标志。

10.6.13 接地系统的各种连接应牢固、可靠，并应具有良好的导电性，各种接地导线与接地汇流排、接地汇总板的连接应采用镀锡铜接线片和镀锌钢质螺栓压接，并应有防松件，同一压接点压接的导线数量不应多于两条。

10.6.14 机柜内的保护接地汇流排应与机柜进行可靠的电气连接；工作接地汇流排、工作接地汇总板应采用绝缘支架固定。

10.6.15 埋地敷设的接地线，应作好隐蔽工程记录。

11 测量管道安装

11.1 一般规定

11.1.1 仪表金属测量管道的施工及验收，除执行本标准外，还应执行GB 50517中的有关规定；输送有毒和可燃介质的测量管道的施工及验收，还应执行SH/T 3501的有关规定。

11.1.2 测量管道组件的型号、规格、材质应符合设计文件的规定，安装前应按本标准第5.1.4条和5.1.5条的规定，对管子、管件、阀门进行检查和试验。

11.1.3 测量管道安装前，应将其内外表面的灰尘、油、水、铁锈等污物清理干净，达到清洁畅通，管端应临时封闭，避免杂物进入。需要脱脂的管道应经脱脂并检查合格后再安装。

11.1.4 碳素钢管敷设前应将管材外表面进行防腐处理。

11.1.5 测量管道的连接方式应符合设计文件规定，连接时，其轴线应一致。

11.1.6 可预制的测量管道应集中加工，预制好的管段内部应清理干净，并及时封闭管口。

11.1.7 测量管道不应安装在易受机械损伤、腐蚀、振动的位置，且不应敷设在影响人员通行和正常操作、维护维修的位置。

11.1.8 测量管道在满足测量要求的前提下，敷设路径应尽量短（设计文件有特殊要求的情况除外），且不宜大于12m。

11.1.9 测量管道安装路径应根据现场实际情况合理安排，不宜强求集中，但应整齐、美观、固定牢固，宜减少弯曲和交叉。当测量管道成排安装时，应排列整齐、美观，间距应均匀一致。

11.1.10 测量管道应用机械方法切割，切口表面应平整、无裂纹、重皮、飞边、毛刺、凸凹、缩口等，不得使用电、气焊切割。

11.1.11 测量管道现场弯制宜选用壁厚为正偏差的无缝管，且应采用冷弯方法，高压钢管（管道设计压力 $\geq 10 \text{ MPa}$ ）宜一次冷弯成型。管子弯制后，应无裂纹和凹陷。弯管最小弯曲半径当设计文件无规定时，应符合表11.1.11的规定。

表 11.1.11 弯管最小弯曲半径

管道类别	最小弯曲半径
钢制管道设计压力 $<10 \text{ MPa}$	$3.5 D_o$
钢制管道设计压力 $\geq 10 \text{ MPa}$	$5.0 D_o$
Tube 管	$3.0 D_o$
塑料管	$4.5 D_o$

注： D_o 为管子外径

11.1.12 采用螺纹连接的管道，管子螺纹密封面应无伤痕、毛刺、缺丝或断丝等缺陷，管子螺纹应符合设计文件的规定。

11.1.13 螺纹连接时，应连接紧密，保证有效啮合长度；螺纹密封填料应均匀附着在管道的螺纹部分。

11.1.14 测量管道分支时，应采用与管道同材质的三通连接，不得在管道上直接开孔焊接。

11.1.15 测量管道与仪表连接时，应连接紧密，不应使仪表设备承受机械应力。

11.1.16 测量管道不宜埋地敷设，当埋地敷设时，应经试压合格和防腐处理后方可埋入，埋深应符合设计文件的规定。直接埋地的管道连接时应采用焊接，在穿越道路及进出地面处应加保护套管。

11.1.17 测量管道支架的制作和安装，除应符合本标准第9.2节的规定外，还应符合测量管道安装坡度的要求。测量管道应采用可拆卸的管卡固定在支架上。支架间距宜符合表11.1.17的规定。当管道与支架间有相对运动时，应在管道与支架间加软垫。

表 11.1.17 支架间距

测量管道材质	支架间距 m	
	水平安装	垂直安装
钢管	1.0~1.5	1.5~2.0
铜管、塑料管及管缆	0.5~0.7	0.7~1.0

11.1.18 不锈钢管固定时，不应与碳钢材料直接接触。不锈钢管道与非不锈钢材料之间，应采取有效的隔离措施。

11.1.19 测量管道引入仪表盘、柜、箱时，其引入孔处应密封。

11.1.20 测量管道采用卡套连接方式时，应符合下列要求：

- a) 应使用与卡套接头匹配的卡套管；
- b) 卡套管末端应光滑无明显缺陷，切口断面应平整、无毛刺，管子端面应与轴线垂直；
- c) 卡套接头组对时，应将卡套管完全插入双卡套接头的底部，用手拧紧螺母，固定接头本体，

管子与卡套接头之间应无额外应力；

- d) 卡套接头紧固应按照制造厂家规定的拧紧圈数或安装力矩拧紧螺母；
- e) 初次安装后应根据卡套接头制造厂家的技术要求对接头进行检验，安装完成后的卡套、卡套方向、位置顺序应正确，卡套应无轴向滑动；
- f) 靠近卡套接头处的管子有直角弯时，管子从端面至弯曲部位的直管段长度宜不少于三倍接头螺母长度；
- g) 成排管道并列连接时，连接接头应错开设置并预留适当间距，以方便维修。

11.1.21 测量管道采用焊接连接时，应符合下列要求：

- a) 管道焊接连接时，焊工应按批准的焊接工艺规程施焊，并应有焊接工作记录；
- b) 焊工应持有效的资格证书，并在合格项目内从事管道的焊接。焊材应具有产品质量证明文件。焊条、焊剂应按说明书的要求进行烘烤，并在使用过程中保持干燥；
- c) 管道焊接前，应将仪表设备与管路脱离；
- d) 管道宜采用氩弧焊焊接，不得使用氧乙炔焰焊接；
- e) 焊接接头的坡口形式、尺寸及组对要求，应符合焊接工艺规程的规定；采用承插焊时，管端与接头的组对间隙宜为 1mm~3mm；
- f) 螺纹接头采用密封焊时，不得使用密封带，其露出螺纹应全部由密封焊覆盖；
- g) 焊接接头组对前，应用手工或机械方法清理其内外表面，在坡口两侧 20mm 范围内不应有油漆、毛刺、锈斑、氧化皮及其他对焊接过程有害的物质；
- h) 焊接完毕后，应及时将焊缝表面的熔渣及附近的飞溅物清理干净。奥氏体不锈钢、双相不锈钢焊接接头焊后应按设计文件规定进行酸洗与钝化处理。

11.1.22 管道完成焊接后应按 GB 50517 的规定进行焊接接头的外观检查和无损检测。

11.1.23 在操作条件以及当地极端环境温度下，在测量介质出现结冻、冷凝、凝固、结晶或汽化情况下，测量管道应按设计文件规定采取伴热或绝热措施。

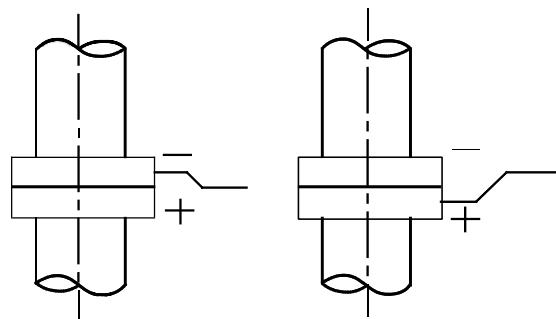
11.2 测量管道安装

11.2.1 测量管道安装应具备下列条件：

- a) 工艺设备、管道上一次取源部件的安装应满足测量管道的安装要求；
- b) 仪表设备已安装就位，并检查合格；
- c) 管子、管件、阀门按设计文件核对应无误，阀门压力试验合格；
- d) 测量管道安装图的安装要求已明确。

11.2.2 无腐蚀性和黏度较小介质的压力、差压、流量、液位测量管道的敷设应符合下列要求：

- a) 测量液体压力时，变送器宜低于取压点，测量气体时则相反；
- b) 测量蒸汽或液体流量时，宜选用节流装置高于差压仪表的方案，测量气体流量时则相反；
- c) 流量测量管道中的两只隔离（冷凝）罐，应位于相同的标高，安装高度差不应大于 2mm；
- d) 垂直工艺管道上流量测量管道的取压引出方式见图 11.2.2；当介质为液体时，负压管应向下倾斜，见图 11.2.2 a)；介质为蒸汽时，正压管向上倾斜，见图 11.2.2 b)；
- e) 常压工艺设备液位测量管道应接至变送器正压室；带压工艺设备液位测量时，工艺设备下部取压管应接至变送器正压室，上部与变送器负压室连接。



a) 液体 b) 蒸汽

图 11.2.2 垂直工艺管道上流量测量管道的取压引出方式

11.2.3 测量管道水平敷设时应保持 $1/10\sim1/12$ 的坡度，倾斜方向应能排除管道内夹带的凝液或气体，否则应在管路的最高点或最低点设排气阀或排液阀。测量液体介质进变送器前，不允许出现“ \cap ”型弯，避免出现气阻；测量气体介质进变送器前，不应出现“ U ”型弯，防止出现液阻。

11.2.4 测量管道在穿过墙体、平台或楼板时，应安装保护套管，管子接头不应放在套管内；穿墙套管长度应大于墙厚，穿平台或楼板套管宜高出台面或楼面 $25\text{ mm}\sim30\text{ mm}$ 。管道由防爆厂房或有毒厂房进入非防爆或无毒厂房时，在穿墙或过楼板处应进行密封。

11.2.5 测量管道与高温工艺设备和管道并行敷设或直接连接时，应采取热膨胀补偿措施。

11.2.6 当测量管道与振动剧烈的设备、管道连接时，宜采取吸收或减轻振动功能的措施。

11.2.7 测量差压的管道，正负导压管应尽量靠近敷设，并应敷设在环境温度相同的地方。

11.2.8 测量管道与工艺设备、管道或建筑物表面之间的距离宜大于 50 mm 。与易燃、易爆介质的工艺管道热表面的距离宜大于 150 mm ，且不宜平行敷设在其上方。当工艺设备和管道需要绝热时，应适当增加距离。

11.2.9 管路的排污阀门应装设在便于操作和检修的位置，当测量有毒、有腐蚀性或严重污染环境的介质时，应按设计文件规定排放到装置内的密闭排放系统或指定地点，不得任意排放。

11.2.10 阀门安装前，应按设计文件核对其规格、型号（包括垫片），并应按介质流向确定其安装方向，阀门安装位置应便于操作。当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应处于关闭状态下安装；当以焊接方式连接时，阀门应处于开启状态。

11.2.11 管道安装前，应检查法兰密封面及垫片，不应有影响密封性能的划痕、锈斑等缺陷。非金属垫片应平整光滑，边缘应切割整齐。

11.2.12 采用金属环垫或透镜垫密封的法兰连接装配前，法兰环槽（或管端面）密封面与金属环垫或透镜垫应作接触线检查。当金属环垫或透镜垫在密封面上转动 45° 后，检查接触线不应有间断现象。

11.2.13 法兰连接螺栓安装方向应一致，螺栓紧固后应与法兰紧贴。紧固后的螺栓与螺母宜齐平或露出 $1\sim2$ 个螺距，同侧螺栓露出部分宜齐平。

11.2.14 螺栓、螺母装配时宜涂以二硫化钼油脂、石墨机油或石墨粉。

11.2.15 测量管道安装完毕后，应按设计文件规定进行检查，不应有漏焊、堵塞和错接的现象。

11.3 分析取样管道安装

11.3.1 管道敷设路径应安排合理、尽量短，取样系统部件应尽量少，以保证试样的正确传递和处理。

11.3.2 管道敷设前应先将管子、阀门、配件、各设备组件清洗干净，保证无油、无锈、无杂质。

11.3.3 管道应整齐布置，并应使气体或液体能排放到安全地点，有毒气体应按设计文件规定的位置排放。

11.3.4 在分析仪入、出口处和试样返回线上应装截止阀，阀门流向应正确。

11.4 隔离与吹洗管道安装

11.4.1 设有反吹、隔离措施的测量管路，其采用的方式、连接形式及安装要求应符合设计文件规定。

11.4.2 隔离管道敷设时，应在管线最低位置安装隔离液排放装置。

11.4.3 吹洗管道阀门的安装位置应便于操作。

11.4.4 吹洗管道的限流孔板尺寸应符合设计文件规定。

11.5 测量管道试验

11.5.1 测量管道安装完成后，应组织有关人员进行检查，符合设计文件及有关标准规定后，方可进行系统压力试验。试验前应切断与仪表的连接，并将管道吹扫干净。

11.5.2 试验压力小于 1.6MPa 且介质为气体的管道可采用气压试验，其他管道宜采用液压试验。

11.5.3 气压试验宜用净化空气或氮气，试验压力为设计压力的 1.15 倍。真空管道的试验压力应为 0.2MPa。气压试验时宜先进行预试验，预试验的压力宜为 0.2MPa，检查应无泄漏，然后逐步缓慢升压，达到试验压力后，稳压 10min，再将试验压力降至设计压力，停压 5min，涂刷中性发泡剂对试压系统进行检查，无泄漏即为压力试验合格。

11.5.4 液压试验压力应为设计压力的 1.5 倍，试验时应分级缓慢升压，达到试验压力后停压 10min 且无异常现象。然后将试验压力降至设计压力，停压 10min，以不降压、无渗漏、无变形即为压力试验合格。

11.5.5 液压试验用介质应使用洁净水，不锈钢管道用水试验时，水中的氯离子含量不应超过 50mg/L。

11.5.6 管道液压试验时的试验介质温度，不应低于 5℃；当试验环境温度低于 5℃ 时，应采取防冻措施。

11.5.7 试验用的压力表，应在检定合格的有效期内使用，准确度等级不应低于 1.6 级，压力表的满刻度值应为最大试验压力的 1.5 倍～2 倍。

11.5.8 试验过程中若有泄漏，应先泄压再处理，不得带压修理。缺陷消除后应重新试验。

11.5.9 压力试验合格后，应缓慢降压，及时排尽液体试验介质，并用干燥的空气把管道内部吹扫干净。排放时应在管道另一端泄压，检查管道不应堵塞，然后拆除压力试验用的临时堵头或盲板。

11.5.10 当工艺系统规定进行真空度或泄漏性试验时，仪表测量管道应随同工艺系统一起进行试验。

11.5.11 测量管道压力试验时，不应带变送器进行压力试验，应关闭靠近变送器的阀门，并打开变送器本体上放空针形阀或排放丝堵。

11.5.12 压力试验合格后，应作好试验记录。

12 仪表气源管道和信号管道安装

12.1 气源管道

12.1.1 仪表气源管道的供气方式和安装要求，应符合设计文件的规定。

12.1.2 供气管路宜架空敷设，不宜在地面或地下敷设。供气管路敷设应避开高温、易受机械损伤、腐蚀、强烈振动及工艺管线或设备物料排放口等不安全环境，且不应敷设在影响人员通行和正常操作、维护维修的位置。

12.1.3 气源管道与绝热的工艺设备和管道绝热层表面的距离，以及与其他工艺设备、管道表面的距离应大于 150mm，与构筑物和钢结构的距离应大于 50mm。

12.1.4 气源管道分支管线应从供气主管的顶部引出，安装管路应避免出现袋形弯。

12.1.5 气源管道的配管管径可根据供气点确定，参见表 12.1.5，特殊供气点的供气点数，应由设计另行确定。

表 12.1.5 供气配管尺寸与供气点数对应表

管径	DN15	DN20	DN25	DN40	DN50	DN80	DN100
	1/2"	3/4"	1"	1-1/2"	2"	3"	4"
供气点数	1~4	5~15	16~25	26~60	61~150	151~250	251~500

- 12.1.6 气源管道应采用机械方法切割，管口应平整光滑、无裂纹、重皮、毛刺、凸凹或缩口等。
- 12.1.7 气源管道及连接管件的材质应符合设计文件的规定，连接管件应与管道材质一致。
- 12.1.8 镀锌钢管应采用螺纹连接，不得采用焊接连接，拐弯处应采用弯头，且连接处应密封。缠绕密封带或涂抹密封胶时，不应使其进入管内。
- 12.1.9 气源管道的螺纹加工宜采用无油套丝设备进行，螺纹形式应与连接管件相匹配，管口螺纹应完整、光滑和无明显的损伤，并应及时清除端口螺纹处的毛刺和污物。
- 12.1.10 气源管道直线距离较长或分支和弯头较多时，应适当加装活接头，便于管道拆卸和维修。
- 12.1.11 气源管道的配管应整齐、美观，在气源总管和气源干管的最低点应设排污阀，排污管口应远离仪表、电气设备。排污阀与地面之间应留有操作空间。
- 12.1.12 气源管道应采用管卡固定在支架上，固定应牢固。
- 12.1.13 管道支架制作与安装，应符合本标准第9.2条的有关规定，并宜与仪表线路的敷设统一考虑。
- 12.1.14 气源分配器安装位置应便于操作，高度应符合设计文件要求。
- 12.1.15 仪表气源管道应配至仪表用风点约1.0m处，并应安装气源球阀。

12.2 气动信号管道

- 12.2.1 气动信号管道敷设前，应进行外观检查，不应有明显的损伤，金属管道敷设前应进行校直。
- 12.2.2 气动信号管道的安装路径宜尽量短，配管应相对集中、固定牢固、横平竖直、整齐美观，宜减少拐弯和交叉。安装时，应避免水平U型弯的出现，确保管道能够自然排凝。
- 12.2.3 气动信号管道应采用割管刀切割，切割带保护套的被覆紫铜管或尼龙塑料管时，应将保护层和管端切割整齐，并使管端露出保护层。
- 12.2.4 金属气动信号管道弯制时，应使用弯管器冷弯，且弯曲半径不应小于管子外径的3倍。弯制后，应无裂纹、凹陷、皱折、椭圆等现象。
- 12.2.5 敷设的管缆应避免热源辐射，其周围的环境温度不应高于65℃。
- 12.2.6 管缆敷设不宜在周围环境温度低于0℃时进行，敷设时应符合下列要求：
- 防止机械损伤及交叉接触摩擦；
 - 应留有适当的备用长度；
 - 固定时应保持其自然度，弯曲半径应大于管缆外径的8倍；
 - 管缆的分支处应加管缆盒。
- 12.2.7 气动信号管道安装支架的间距应符合本标准第11.1.17条的规定。
- 12.2.8 对于有可能产生振动和位移的用气点，气源球阀后与用气点间的供气管线宜采用不锈钢金属软管连接。

12.3 气动管道的压力试验与吹扫

- 12.3.1 气动管道安装完毕后应进行压力试验，试验应采用净化空气或氮气，并应执行本标准第11.5.3条的有关规定。
- 12.3.2 气源系统压力试验合格后应进行吹扫，并应符合下列规定：
- 吹扫前，应将供气总管入口、分支供气总入口和接至各仪表供气入口处的过滤减压阀进口断开并敞口，先吹总管，然后依次吹各支管及接至各仪表的管道；
 - 吹扫气应使用符合仪表空气质量标准、压力为0.5MPa~0.7MPa的仪表空气；
 - 排出的吹扫气应用白布或涂白油漆的靶板检验，1min内靶板上无铁锈、尘土、水份及其他杂物时，即为吹扫合格。
- 12.3.3 气动信号管道应进行气密性试验，试验时应使用干燥的净化空气，试验压力应为仪表的最高信号压力。当达到试验压力后，停压5min，无压降即为试验合格。

12.3.4 经吹扫合格的气源管道系统，应及时恢复原状，气源总管的入口阀和干燥器及空气储罐的入口、出口阀，均应有“未经许可不得关闭”的标志。

12.3.5 压力试验和气密性试验应作好记录。

13 仪表伴热系统安装

13.1 一般规定

13.1.1 仪表伴热系统施工前，仪表测量管道的试压及管道的防腐工作应已完成。仪表和测量管道的伴热类型、伴热方式、连接方式及安装要求应符合设计文件的规定。

13.1.2 伴热管道管端应靠近取压阀或仪表，不应影响操作、维护和拆卸。

13.1.3 需要伴热的测量管道，只涂刷底漆，不锈钢管、镀锌管及有色金属管则不应涂漆。

13.1.4 伴热管道应采用单回路供汽或供水，伴热系统之间不应串联连接。各分支管均应设切断阀。

13.1.5 测量管道与伴热设施应一起保温，并应保温良好和保护层完整。

13.1.6 采用电伴热时，仪表专业与电气专业的分工和分界应符合设计文件规定。

13.2 蒸汽、热水伴热

13.2.1 热水伴热和蒸汽伴热宜分为重伴热和轻伴热。伴热方式为重伴热时，伴热管道与测量管道应紧密相贴；伴热方式为轻伴热时，伴热管道与测量管道不应直接接触，并应加以隔离。

13.2.2 蒸汽伴热管线应从蒸汽总管或支管顶部引出，并在靠近引出处设切断阀。每根伴热管线应始于测量系统的最高点，终止于测量系统的最低点，并应在最低点设排污阀。伴热管道不应有“U”形弯。

13.2.3 每个蒸汽伴热回路应单独设置一台疏水器，疏水器应在管线吹扫之后安装，并宜安装于伴热系统的最低处。

13.2.4 热水伴热管线应从热水总管顶部引出，并在靠近引出处设切断阀。伴热管线应从被伴热管道的最低点开始伴至最高点，然后返回至热水系统，热水回水管宜从热水回水总管顶部引入。每根热水管的最高点应设排气阀，最低点应设排污阀。

13.2.5 单根测量管道伴热时，应使伴热管道沿测量管道路径一同敷设固定。

13.2.6 差压测量管道与伴热管道宜以管束形式敷设，正、负压管分开敷设时，伴热管道宜采用三通接头分支，沿正、负压管并联敷设，长度应相近。

13.2.7 当伴热管道水平敷设时，应安装在被伴热管道的下方或两侧。伴热管道应按设计文件的规定加装活接头。

13.2.8 伴热管道应采用镀锌铁丝、金属扎带或不锈钢丝与测量管道捆扎在一起，捆扎间距宜为1.0m~1.5m，固定时不应过紧，应能自由伸缩。

13.2.9 碳钢伴热管道与不锈钢管道不应直接接触。不锈钢管和碳钢管之间，应采取有效的隔离措施，并应采用不锈钢丝或不引起渗碳的绑扎带绑扎。

13.2.10 从分配器到各被伴热管道和离开被伴热管道到收集站之间的伴热管应排列整齐，不应互相跨越。同一热水或蒸汽分配器的各伴热管长度应尽可能相等。

13.2.11 伴热管道安装后，应进行水压试验，并应符合本标准第11.5条中的有关规定。

13.3 电伴热

13.3.1 电伴热带及其附件安装前应进行外观、导通和绝缘检查；外观应无破损、扎孔和缺陷，其绝缘电阻值不应小于 $1M\Omega$ 。

13.3.2 在爆炸危险场所，电伴热系统配套的电气设备及附件应满足爆炸危险场所的防爆等级。

13.3.3 电伴热带敷设的环境温度不应低于-10℃。

13.3.4 每个回路电伴热带的安装长度均应符合设计文件要求；电伴热带安装完毕，在确认整个回路

长度满足设计文件要求之后，方可剪断电伴热带。

13.3.5 电伴热带回路的每一供电点和尾端，宜各预留1m余量的电伴热带。

13.3.6 电伴热带敷设时，不应打结、扭曲、踩踏，其最小弯曲半径不应小于电伴热带厚度的6倍，应避免重叠或交叉，防止其局部过热损坏；在设备和管道上安装时，外观宜平直，间距宜均匀。

13.3.7 接线盒、温控器固定到管道上时，不应安装在高温管线、高温设备附近，安装位置应与电伴热单线图所示一致，并应在接线盒上标记出电伴热回路号。

13.3.8 不同伴热比的管道，电伴热带敷设原则：单根电伴热带宜敷设在管道中下部45°角位置；双根电伴热带宜敷设在管道两侧中下部45°角位置；三根以上包括三根应根据厂家要求施工。

13.3.9 电伴热带直线段宜每隔300mm~500mm固定一次，在管道弯曲、分支等处应增加固定点，并应与管道紧贴；自限温电伴热带可使用铝箔胶带、耐压热敏胶带、玻璃纤维带、尼龙扎带等固定在管道上，缠绕应坚固；矿物绝缘伴热带宜用金属丝绑扎固定，固定松紧适宜。

13.3.10 所有散热体（如支架、阀门、法兰等）应按设计文件要求预留所需电伴热带长度，将此段电伴热带缠绕于散热主体上并固定；具体安装缠绕形式可参照电伴热带厂家安装图。

13.3.11 管道拐弯处的电伴热带应沿管道外侧敷设。

13.3.12 温控器测温探头位置应安装在能代表此回路平均温度的地方并与管壁牢固紧贴，应避免电伴热带直接加热，毛细管不应跨越法兰、阀门；温控器应按照设计文件要求调整到设定温度值。

13.3.13 电伴热带热缩接头和尾端完成后，对电伴热带进行绝缘检测应合格；在保温工程完成后，应再对电伴热带进行绝缘测试，并通电试运行；电伴热带通电试运行时，温控器设定温度若低于环境温度，将设定温度调高，检查电伴热带是否正常工作，然后恢复设定温度。

13.4 仪表绝热工程

13.4.1 仪表绝热工程的施工应在测量管道、伴热管道压力试验或电伴热通电试验合格及防腐工程完工后进行。

13.4.2 仪表绝热工程可与设备和管道的绝热工程同时进行，仪表测量管道的绝热方式、绝热结构、绝热层厚度、绝热材料选用以及绝热施工要求应符合设计文件的规定。

13.4.3 仪表绝热工程的施工还应执行现行国家标准GB 50645 的有关规定。

13.4.4 测量低温的仪表、管道及管道支架等均应保冷，不应外露。

14 仪表系统试验

14.1 一般规定

14.1.1 系统试验应在系统投入运行前进行，试验前应具备下列条件：

- a) 回路中各仪表的单体校验已经完成；
- b) 仪表设备按照设计文件和本标准的要求已安装完毕，并验收合格；
- c) 取源部件位置适当，正、负压管正确无误，测量管道经试压、吹扫合格；
- d) 气动信号管道经导通试验检查，配管与回路图一致，接头紧固，气密性试验符合要求；
- e) 气源管道经吹扫、试压、气密性试验合格，已通入清洁、干燥、压力稳定的仪表空气；
- f) 电气回路已完成校线及绝缘检查，接线正确、紧固、接触良好、标识清楚；
- g) 接地系统完好，接地电阻符合设计文件规定；
- h) 电源电压、频率、容量符合设计文件要求；
- i) 总开关、各分支开关和熔断器容量符合设计文件要求；
- j) 仪表控制系统完成调试，已具备使用条件；
- k) 需要对仪表输出信号做开方处理的信号，系统试验前应已按要求完成，试验时应检查确认。

- 14.1.2 系统试验应按系统送电、系统测试、回路试验、系统联锁试验和系统投运的顺序逐项进行。
- 14.1.3 参加系统试验的施工人员应熟悉图纸及仪表系统工作原理；对特殊类型仪表设备，应对试验人员进行有针对性的培训。
- 14.1.4 系统试验应配备相应的调试仪器和通讯联络工具，回路试验用的标准表准确度不应高于系统误差值。
- 14.1.5 仪表系统试验时，回路试验和报警系统试验宜同步进行。
- 14.1.6 参加系统试验的施工人员应会同建设单位、监理单位、总承包单位共同进行试验，并应及时做好系统试验记录。

14.2 回路试验

- 14.2.1 回路试验应根据现场情况和回路的复杂程度，按回路位号和信号类型合理安排，分类分步逐回路进行试验，并应做好试验记录。
- 14.2.2 检测回路的试验应符合下列规定：
- a) 在检测回路的信号发生端输入模拟被测变量的标准信号，显示仪表部分的示值误差不应超过回路内各单台仪表允许基本误差平方和的平方根值；
 - b) 模拟信号检测回路校验点应不少于0、50%、100%三点；
 - c) 当回路误差超过计算的系统误差时，应单独调校回路内相关仪表，或检查线路和系统组态；
 - d) 温度检测回路应在检测元件的输出端向回路输入电阻值或毫伏值模拟信号；
 - e) 现场不具备模拟被测变量信号的回路，应在其可模拟信号的最前端输入信号进行回路试验；
 - f) 智能仪表组成的检测回路，宜用编程器从现场仪表端加入相应的模拟信号进行回路试验；
 - g) 具有报警和联锁功能的检测回路试验时，应在回路的信号发生端模拟报警和联锁输入信号，检查报警和联锁设定值动作应正常，报警灯光、声响和屏幕显示均应正确，报警的消音、复位和记录功能应正确；
 - h) 现场总线仪表的回路试验，应使用总线通讯器的仿真模式，将仪表置于“仿真”模式下进行；
 - i) 对于通信信号和数字量，操作站显示的数值应与对应仪表设备端显示的数值一致。
- 14.2.3 开关量回路的试验，如压力开关、温度开关、物位开关、流量开关及各种仪表的附加报警机构等信号输入元件，应根据设计文件规定的设定值进行整定后，模拟开关动作状态进行回路试验，系统信号显示状态应与开关状态一致。
- 14.2.4 控制回路的试验应符合下列规定：
- a) 控制器和调节阀的作用方向应符合设计文件的规定；
 - b) 通过控制器或操作站的输出向调节阀发送0、50%、100%的控制信号，检查调节阀的全行程动作方向和位置应正确，调节阀带有定位器时应同时进行试验；
 - c) 当控制器或操作站上有调节阀的开度和起点、终点信号显示时，应同时进行检查和试验；
 - d) 调节阀宜在开度50%处，进行气源、电源模拟故障试验，带有电磁阀的调节阀试验时，检查电磁阀得/失电时，调节阀的状态（动作位置）应符合设计FO/FC/FL的要求。
- 14.2.5 开关阀的回路试验应符合下列要求：
- a) 应由DCS/SIS发送开/关阀指令，开关阀开关动作状态应与指令一致，并应按照设计文件要求检查全行程时间；
 - b) 带位置开关（限位开关）的开关阀，应在DCS操作界面或SIS逻辑界面确认回讯正确，带有其它附件的应一同进行试验；
 - c) 开关阀上带有2个电磁阀时，应按照电磁阀“与”、“或”逻辑结构连接形式进行试验；
 - d) 应进行气源、电源模拟故障试验，开关阀状态应符合设计FO/FC/FL的要求。
- 14.2.6 带有储气罐的调节阀或开关阀应切断仪表气源，试验储气罐功能应符合设计文件要求。

14.2.7 带有预处理装置的分析仪表，应作为一个独立的系统并按照产品技术文件的规定，使用标准样品进行校验；校验完毕后再作为一个过程检测回路，进行系统试验。

14.2.8 可燃气体和有毒气体检测器的报警试验时，应慢慢向检测探头通入与被检气体相匹配的标准样气，样气应在仪表测定范围内，并在报警值以上，当气体浓度达到检测器设定的报警值时，检查报警系统功能应正确。

14.3 联锁保护系统和程序控制系统试验

14.3.1 联锁保护系统和程序控制系统试验应在工艺试车前进行。

14.3.2 联锁保护系统和程序控制系统试验，应根据系统逻辑图逐项进行检查，确保系统全部响应、控制、联锁和报警功能应灵敏、准确、可靠。

14.3.3 联锁保护系统和程序控制系统试验前，应具备下列条件：

- a) 系统有关装置的硬件和软件功能试验已经完成，系统相关的回路试验已经完成；
- b) 系统中的各有关仪表和部件的动作设定值，已根据设计文件规定进行整定。

14.3.4 联锁点多、程序复杂的系统，宜分项和分段进行试验后，再进行整体检查试验。

14.3.5 系统试验应与相关专业配合，共同确认程序运行和联锁保护条件及功能的正确性，并对试验过程中相关设备和装置的运行状态和安全防护采取必要措施。

14.3.6 机泵的自动开停，阀门的自动启闭等联锁系统均应在手动试验合格后进行自动联锁试验，机泵开停或阀门的动作、声光信号、动作时间等均应符合设计文件规定。

14.3.7 电动机驱动的机组启动、停车试验时，应切断电动机的动力供电线路，模拟机组的启动、运行、停车。

14.3.8 汽轮机的启动、停车联锁系统的试验，应切断蒸汽，用执行机构的动作模拟汽轮机的启动、运行、停车。

14.3.9 大型机组的联锁保护系统应在润滑油、密封油和控制油系统正常运行的情况下进行试验。

14.3.10 大型机组的联锁保护系统试验应符合下列要求：

- a) 启动条件中任一条件不满足时，机器应不能启动；
- b) 所有起动条件均满足时，机器才能启动；
- c) 在运行中，某一条件超越停车设定值时，应立即停车；
- d) 所有停车条件应逐一试验检查，均应满足设计文件规定；
- e) 起动、运行、停车时声光和记录功能均应符合设计文件规定。

14.3.11 联锁系统试验结束后，应及时作好记录；系统有关装置的硬件和软件不得任意改动，如有改动应重新进行系统联锁试验。

14.3.12 程序控制系统的试验应按程序设计的步骤逐步检查试验，其条件判定、逻辑关系、动作时间和输出状态均应符合设计文件规定。

15 工程验收

15.1 交接验收条件

15.1.1 仪表单台设备应校验合格，且调试记录完整。

15.1.2 仪表工程中的取源部件，仪表设备和装置，仪表管道，仪表线路，仪表供电、供气和供液系统，均应按设计文件、产品技术文件及本标准的规定安装完毕。

15.1.3 仪表工程的回路试验和系统试验，应按设计文件和本标准的规定完成，并经试验合格。

15.2 施工过程技术文件和交工技术文件

15.2.1 施工单位在施工过程中形成的施工过程技术文件应符合 SH/T 3543 的规定。

15.2.2 施工单位按合同规定完成全部工程后，应及时向建设单位申请组织工程中间交接验收，经验收合格后签订工程中间交接证书。

15.2.3 仪表工程交工时，施工单位及相关单位应按 SH/T 3503 的规定向建设单位提交交工技术文件。

15.2.4 仪表工程交工技术文件应按合同规定的工程范围和 SH/T3503 的规定，由责任单位负责编制、审核，并经建设单位、监理单位检查确认后，向建设单位移交。

附录 A
(资料性附录)
缩略词对照表

缩略词对照表见表 A。

表 A 缩略词对照表

英文缩写	英文全称	中文
AC	Alternating Current	交流电
APC	Advanced Process Control	先进过程控制
A/D	Analog/Digital	模拟/数字
AI	Analog Input	模拟量输入
AO	Analog Output	模拟量输出
A/M	Automatic/Manual	自动/手动
AS	Air Supply	气源
BMS	Burner Management System	燃烧管理系统
BPCS	Basic Process Control System	基本过程控制系统
CCR	Central Control Room	中心控制室
CCS	Compressor Control System	压缩机控制系统
C&E	Cause and Effect diagram	因果图
CCTV	Closed Circuit Television	电视监控系统
CPU	Central Processing Unit	中央处理单元
D/A	Digital/Analog	数字/模拟
DC	Direct Current	直流电
DCS	Distributed Control System	分散控制系统
DEH	Digital Electro-Hydraulic Control System	数字电液控制系统
DI	Digital Input	数字量输入
DO	Digital Output	数字量输出
EMC	Electromagnetic Compatibility	电磁兼容性
E/P	Electrical/Pneumatic	电/气
ESD	Emergency Shut Down system	紧急停车系统
EWS	Engineer Work Station	工程师站
FAR	Field Auxiliary Room	现场机柜室
FAS	Fire Alarm System	火灾报警系统
FAT	Factory Acceptance Test	工厂验收测试
FB	Functional Block	功能块
FBD	Functional Block Diagram	功能块图
FC	Fail closed	故障关
FCS	Fieldbus Control System	现场总线控制系统
FF	Foundation Fieldbus	基金会现场总线

表 A 缩略词对照表（续）

英文缩写	英文全称	中文
FGS	Fire Alarm and Gas Detector System	火灾报警和气体检测系统
FJB	Fieldbus Junction Box	现场总线接线箱
FL	Fail Lock	故障锁定
FLD	Functional Logic Diagram	功能逻辑图
FO	Fail Open	故障开
FOC	Fiber Optic Cable	光纤电缆
FS	Full Scale	满量程
GDS	Gas Detection System	可燃气体和有毒气体检测系统
HART	Highway Addressable Remote Transducer	可寻址远程传感器高速通信协议
HAZOP	Hazard and Operability	危险与可操作性
HMI	Human Machine Interface	人机接口
HSE	Health Safety and Environment	健康安全和环境
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning	采暖通风与空气调节系统
IA	Instrument Air	仪表空气
IFAT	Integrated Factory Acceptance Testing	工厂集成验收测试
I.D.	Inside Diameter	内径
IDM	Intelligent Device Management	智能设备管理系统
I/O	Input /Output	输入/输出
IP	Ingress Protection	防护等级
IS	Intrinsically Safe	本质安全
ITCC	Integrated Turbine & Compressor Control System	透平和压缩机综合控制系统
ITP	Inspection and Test Plan	检验和试验计划
JB	Junction Box	接线箱
JSA	Job Safety Analysis	工作安全分析
LAN	Local Area Network	局域网
LCP	Local Control Panel	就地控制盘
LCR	Local Control Room	现场控制室
LEL	Lower Explosive Limit	爆炸下限
MAN	Manual	手动
MANIT	Maintenance	维护
MAR	Marshalling Cabinet	过渡接线柜
MCC	Motor Control Center	马达控制中心
MMS	Machine Monitoring System	转动设备监视系统
MOS	Maintenance Override Switch	维护旁路开关

表 A 缩略词对照表（续）

英文缩写	英文全称	中文
MOV	Motor Operated Valve	电动阀
MTBF	Mean Time Between Failures	平均故障间隔时间
MTTF	Mean Time To Failure	平均失效时间
MTTR	Mean Time To Restoration	平均恢复时间
MTO	Material Take Off	材料表
MV	Manipulate Value	输出值
N.C.	Normally Closed	常闭
N.O.	Normally Open	常开
O.D.	Outside Diameter	外径
OEL	Occupational Exposure Limit	职业接触限值
OLE	Object Linking and Embedding	对象连接和嵌入
OOS	Operational Override Switch	操作旁路开关
OVSP	Over Speed Protection	超速保护
OWS	Operator Work Station	操作员站
PCS	Process Control System	过程控制系统
PES	Programmable Electronic System	可编程电子系统
PFD	Process Flow Diagram	工艺流程图
PID	Proportion Integration Differentiation	比例、积分和微分
P&ID	Ping and Instrumentation Diagram	管道及仪表流程图
PI	Pulse Input	脉冲量输入
PLC	Programmable Logic Controller	可编程序控制器
PPM	Parts Per Million	百万分之几
PST	Partial Stroke Test	部分行程测试
PV	Process Value	测量值
RTD	Resistance Temperature Detector	热电阻
RTU	Remote Terminal Unit	远程终端单元
SAT	Site Acceptance Test	现场验收测试
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	数据采集和监控系统
SER	Sequence Event Recorder	事件顺序记录
SIF	Safety Instrumented Function	安全仪表功能
SIL	Safety Integrity Level	安全完整性等级
SIS	Safety Instrumented System	安全仪表系统
SIT	Site Integration Test	现场综合测试
SOE	Sequence Of Event	时序事件记录
SOV	Solenoid Operated Valve	电磁阀

表 A 缩略词对照表（续）

英文缩写	英文全称	中文
SP	Set Point	设定值
SPD	Surge Protective Device	电涌保护器
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	传输控制协议/以太网协议
T/C	Thermocouple	热电偶
TSI	Turbine Supervisory Instrumentation	汽轮机监视仪表
UEL	Upper Explosive Limit	爆炸上限
UPS	Uninterruptible Power System	不间断电源系统

附录 B
(资料性附录)
仪表校验常用仪器

仪表校验常用仪器见表 B。

表 B 仪表校验常用仪器

名 称	规 格
绝缘测试仪	0.1 MΩ~500MΩ; 绝缘测试电压: 100 V、250V、500V
便携式示波器	10ns~500ns/div
压力模块	-100~0kPa; ±250Pa; ±2.5kPa; ±5kPa; ±10kPa; 0~16kPa; 0~40kPa; 0~60kPa; 0~0.1MPa; 0~0.16MPa; 0~0.25MPa; 0~0.4MPa; 0~0.6MPa; 0~1.0MPa; 0~1.6MPa; 0~2.5MPa; 0~4MPa; 0~6MPa; 0~10MPa; 0~16MPa; 0~25MPa; 0~40MPa; 0~60MPa
台式微压发生泵	-40~100kPa、-15~15kPa, 调节细度: 0.01Pa
台式压力发生泵(气)	-95~400kPa; -95~700kPa; -0.01~4MPa; -0.01~6MPa; -0.01~10MPa; -0.01~16MPa
台式压力发生泵(液)	0~40MPa; 0~70MPa; 0~100MPa
自动压力校验器	-95~400kPa; -0.01~2MPa; -0.01~7MPa; 准确度等级: 0.02
温度仪表校验仪	电流测量: 0~24mA, 准确度: 0.015%RD+1.5μA; 回路电源: 24VDC±10%; RTD 和 TC 准确度参见具体分度号
回路校准仪	mA 源、仿真和测量: 0~24mA, 0.02 的准确度等级和 0.001mA 的分辨率; 回路电源: 24VDC±10%; 电压测量: 0~28VDC, 量程: 0~28VDC, 0.025 的准确度和 1mV 的分辨率
数字精密压力表	-100~0kPa; ±250Pa; ±2.5kPa; ±5kPa; ±10kPa; 0~16kPa; 0~40kPa; 0~60kPa; 0~0.1MPa; 0~0.16MPa; 0~0.25MPa; 0~0.4MPa; 0~0.6MPa; 0~1.0MPa; 0~1.6MPa; 0~2.5MPa; 0~4MPa; 0~6MPa; 0~10MPa; 0~16MPa; 0~25MPa; 0~40MPa; 0~60MPa; 准确度等级: 0.02/0.05
标准真空压力表	0~100kPa 绝压; 准确度等级: 0.35
低频信号发生器	0~20V, 0~200kHz
数字万用表	交直流电压: 0~600V; 交直流电流: 0~10A; 电阻: 0~32 MΩ
晶体管稳压电源	直流: 1V~30V, 0~2A, 0~5A
精密电阻箱	0.01Ω~11111.11Ω ; 准确度等级: 0.02
恒温油槽	室温~300°C, 分辨率: 0.1°C
恒温水槽	室温~300°C, 分辨率: 0.1°C
冰恒温器	广口冷藏瓶(冰点槽)
干体校准炉	-0°C~150°C; 33°C~660°C; 100°C~1200°C; 准确度: ±0.5°C
棒式数字温度计	-80~300°C, 准确度: ±0.05°C
标准铂热电阻温度计	-200 °C~660 °C; 二等
总线仪表网段测试仪	完成电源电压、网段设备数量统计、信号电平、噪声、屏蔽连接情况等测试
智能仪表通讯器	支持 HART、FF 等通讯协议
接地电阻测试仪	0~20Ω; 准确度: 0.1Ω

表 B 仪表校验常用仪器（续）

名 称	规 格
高精度转速校验仪	20 r/min~9000 r/min; 准确度: $\pm 0.5\%$
便携式手动气压测试泵	-100~4000kPa
便携式手动液压测试泵	0~70MPa
电涡流机械量仪表校验仪	0~25mm, 分度值: 0.01mm
机械量信号回路校验仪 (位移、振动、转速、键相)	电压输出分辨率: 1mV; 范围: -22V~+22V; 波形: 正弦波 / 方波; 频率: 0.1~9999.9Hz 最大输出通道: 3 路 电流输出分辨率: 0.001mA
小型空压机	0.6 MPa
百分表	0~50mm; 分度值: 0.01mm
游标卡尺	0~300mm; 分度值: 0.02mm
塞尺	
总线电源	
电子秒表	
对讲机	—

附录 C
(规范性附录)
节流装置所需的最短直管段长度

孔板、喷嘴和文丘里管的上下游侧所需的最短直管段长度分别见表 C.1、表 C.2、表 C.3。表中数据取自 GB/T 2624—2006。

表 C.1 无流动调整器情况下孔板与管件之间所需的最短直管段长度

直径比 β	孔板的上游(入口)侧																孔板的下游(出口)侧									
	单个 90° 弯头 任一平面上两个 90° 弯头: S 形结构 (30D $\geq S > 10D$)		同一平面上两个 90° 弯头: S 形结构 (10D $\geq S$)		互成垂直平面 上两个 90° 弯头: S 形结构 (30D $\geq S \geq 5D$)		互成垂直平面 上两个 90° 弯头 (5D $> S$)		带或不带延伸 部分的单个 90° 三通斜接 90° 弯头		单个 45° 弯头 同一平面上两个 45° 弯头 (S $\geq 2D$)		同心渐缩管 (在 D~2D 长度内, 由 2D 变为 D)		同心渐扩管 (在 D~2D 长度内, 由 0.5D 变为 3D)		全孔球阀或闸 阀全开		突然对称收缩		温度计插套或 套管直径 $\leq 0.03D$		管件(第 2 栏~11 栏)和 密度计套管			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
-	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
≤ 0.20	6	3	10	*	10	*	19	18	34	17	3	*	7	*	5	*	6	*	12	6	30	15	5	3	4	2
0.40	16	3	10	*	10	*	44	18	50	25	9	3	30	9	5	*	12	8	12	6	30	15	5	3	6	3
0.50	22	9	18	10	22	10	44	18	75	34	19	9	30	18	8	5	20	9	12	6	30	15	5	3	6	3
0.60	42	13	30	18	42	18	44	18	65	25	29	18	30	18	9	5	26	11	14	7	30	15	5	3	7	3.5
0.67	44	20	44	18	44	20	44	20	60	18	36	18	44	18	12	6	28	14	18	9	30	15	5	3	7	3.5
0.75	44	20	44	18	44	22	44	20	75	18	44	18	44	18	13	8	36	18	24	12	30	15	5	3	8	4

注 1: 表内数值以管道内径 D 的倍数表示。

注 2: 所需最短直管段是孔板上游或下游各种管件与孔板之间的直管段长度。

注 3: A 栏为“零附加不确定度”的数值, B 栏为“0.5% 附加不确定度”的数值。

注 4: $\beta = 0.6$ 和互成垂直平面上两个 90° 弯头, 当 $S < 2D$, $Re_D > 2 \times 10^6$ 时, A 栏的值应为 95D。

注 5: 温度计插套或套管直径 0.03D~0.13D 时, A 栏值为“20”, B 栏的值为“10”。

注 6: *栏目前尚无较短直管段的数据。

注 7: S 是上游弯头弯曲部分的下游端到下游弯头弯曲部分的上游端测得的两个弯头之间的间隔。

表 C.2 喷嘴和文丘里喷嘴所需的最短直管段长度

直径比 β	一次装置上游(入口)侧												一次装置 下游(出 口)侧	
	单个 90° 弯头或三 通(仅从 一个支管 流出)	同一平面 上两个或 多个 90° 弯头	不同平面 上两个或 多个 90° 弯头	渐缩管 (在 D~ 1.5D~3D 长度内, 由 2D 变为 D)	渐扩管 (在 D~ 2D 长度 内, 由 0.5D 变为 D)	球形阀 全开	全孔球 阀或闸 阀全开	突然对 称收缩	直 径 ≤ 0.03D 的 温度计插 套或套管	直 径 在 0.03D~ 0.13D 之 间的温度计插 套或套管	各种管件 (第 2 栏~第 8 栏)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
-	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.20	10	6	14	7	34	17	5	*	16	8	18	9	12	6
0.25	10	6	14	7	34	17	5	*	16	8	18	9	12	6
0.30	10	6	16	8	34	17	5	*	16	8	18	9	12	6
0.35	12	6	16	8	36	18	5	*	16	8	18	9	12	6
0.40	14	7	18	9	36	18	5	*	16	8	20	10	12	6
0.45	14	7	18	9	38	19	5	*	17	9	20	10	12	6
0.50	14	7	20	10	40	20	6	5	18	9	22	11	12	6
0.55	16	8	22	11	44	22	8	5	20	10	24	12	14	7
0.60	18	9	26	13	48	24	9	5	22	11	26	13	14	7
0.65	22	11	32	16	54	27	11	6	25	13	28	14	16	8
0.70	28	14	36	18	62	31	14	7	30	15	32	16	20	10
0.75	36	18	42	21	70	35	22	11	38	19	36	18	24	12
0.80	46	23	50	25	80	40	30	15	54	27	44	22	30	15

注 1: 表中数值以管道内径 D 的倍数表示。

注 2: 所需最短直管段是位于一次装置上游或下游各种管件与一次装置之间的管段。所有直管段都应从一次装置的上游端面量起。

注 3: A 栏为“零附加不确定度”的数值, B 栏为“0.5% 附加不确定度”的数值。

注 4: *栏目前尚无可用于给出B 栏所需直管段的较短直管段数据。

注 5: 这些直管段长度并非建立在最新数据基础上。

表 C.3 经典文丘里管所需的最短直管段长度

直径比 β	单个 90° 弯头		同一平面或不同平面上的两个或多 个 90° 弯头	渐缩管（在 2.3D 长度内，由 1.33D 变为 D）		渐扩管（在 2.5D 长度内，由 0.67D 变为 D）		渐缩管（在 3.5D 长度内，由 3D 变为 D）		渐扩管（在 D 长度内，由 0.75D 变为 D）		全孔球阀或闸阀全开		
	1	2		3	4	5	6	7	8					
—	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.30	8	3	8	3	4	*	4	*	2.5	*	2.5	*	2.5	*
0.40	8	3	8	3	4	*	4	*	2.5	*	2.5	*	2.5	*
0.50	9	3	10	3	4	*	5	4	5.5	2.5	2.5	*	3.5	2.5
0.60	10	3	10	3	4	*	6	4	8.5	2.5	3.5	2.5	4.5	2.5
0.70	14	3	18	3	4	*	7	5	10.5	2.5	5.5	3.5	5.5	3.5
0.75	16	8	22	8	4	*	7	6	11.5	3.5	6.5	4.5	5.5	3.5

注 1：表中数值以管道内径 D 的倍数表示。

注 2：所需最短直管段是经典文丘里管上游的各种管件与经典文丘里管之间的直管段。直管段应从最近（或仅有）的弯头弯曲部分的下游端或是从渐缩管或渐扩管的弯曲或圆锥部分的下游端测量到经典文丘里管的上游取压口平面。

注 3：如果经典文丘里管上游装有温度计插套或套管，其直径不应超过 0.13D，且应位于经典文丘里管上游取压口平面的上游至少 4D 处。

注 4：对于下游直管段，喉部取压口平面下游至少 4 倍喉部直径处的管件或其他阻流件（如本表所示）或密度计插套不影响测量的精确度。

注 5：A 栏为“零附加不确定度”的数值，B 栏为“0.5% 附加不确定度”的数值。

注 4：*栏目前尚无可用于给出 B 栏所需直管段的较短直管段数据。

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工仪表工程施工及验收规范

SH/T 3551—2024

条文说明

2024年 北京

修 订 说 明

《石油化工仪表工程施工及验收规范》(SH/T3551—2024)，经工业和信息化部2024年03月29日以第01号公告批准发布。

本标准是在《石油化工仪表工程施工质量验收规范》(SH/T 3551—2013)的基础上，合并SH/T 3521—2013《石油化工仪表工程施工技术规程》的相关内容修订而成，上一版的主编单位是中石化第十建设有限公司，参编单位是中石化宁波工程有限公司，主要起草人员是王笑、张媛媛、赵德源、王发兵、张同科。

本次修订的主要技术内容是：

1. 作为“施工及验收规范”，本次修订删除了原标准中“质量验收”部分的有关内容；
2. 增加了术语和定义；
3. 将原标准第4章“施工准备”的内容做了调整，只保留了其中“仪表设备和材料的检验和保管”部分的内容；
4. 删除了原标准第5章“取源部件的安装”，将部分内容融合到“仪表设备安装”章节中；
5. 增加了现场总线仪表试验的内容；
6. 调整原标准章节结构，将原标准第7章“控制系统调试”和第8章有关“过程控制系统安装”的内容合并组成一章“综合控制系统安装与试验”，并对控制系统调试部分做了较大修改；
7. 补充了仪表测量管道卡套式接头的安装要求；
8. 修订了仪表接地部分的内容；
9. 增加了仪表回路试验时现场总线仪表的试验内容；
10. 增加了资料性附录“仪表校验常用仪器”和规范性附录“节流装置所需的最短直管长度”，删除了原标准的资料性附录“仪表和其他专业的界面”。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国石油化工工程建设仪表施工的实践经验，同时参考了有关国际标准和国外先进标准，并以多种形式广泛征求了有关设计、施工、监理等方面的意见，取得了仪表施工的重要技术参数，最终形成了本标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《石油化工仪表工程施工及验收规范》编制组按章、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 范围.....	55
4 基本规定	55
5 仪表设备和材料的检验和保管	55
5.1 检验.....	55
6 仪表单体校验	55
6.1 一般规定.....	55
6.2 仪表单体设备	56
6.3 执行器.....	56
7 仪表设备安装	56
7.1 一般规定	56
7.2 仪表盘、柜、箱和操作台	56
7.4 温度仪表	57
7.5 压力仪表	57
7.6 流量仪表	57
7.7 物位仪表	58
7.8 分析仪表	58
8 综合控制系统安装与试验	58
8.1 一般规定	58
8.2 综合控制系统安装	58
8.3 综合控制系统试验	59
9 仪表线路安装	59
9.1 一般规定	59
9.2 支架制作与安装	59
9.3 电缆桥架安装	60
9.4 电缆保护管安装	60
9.5 电缆敷设	60
9.6 光缆敷设	61
10 电气防爆和接地	61
10.1 一般规定	61
10.4 工作接地和屏蔽接地	61
11 测量管道安装	61
11.1 一般规定	61
11.2 测量管道安装	61
11.5 测量管道试验	62
12 仪表气源管道和信号管道安装	62

12.1 气源管道	62
12.2 气动信号管道	63
12.3 气动管道的压力试验与吹扫	63
14 仪表系统试验	63
14.1 一般规定	63
14.2 回路试验	63
15 工程验收	63
15.2 施工过程技术文件和交工技术文件	63

石油化工仪表工程施工及验收规范

1 范围

明确规定本标准的适用范围包括了以煤为原料的煤化工装置仪表工程的施工及验收。

4 基本规定

4.1 本条规定的“应经原设计单位书面同意”，是指在施工过程中发生设计变更或材料代用时，应事先取得同一设计单位发出的设计变更文件或经同一设计单位签署同意的工程联络单。

4.3 仪表与工艺管道或设备之间的分界，当设计文件的未作出明确规定时，应以仪表安装前工艺管道或设备为一个封闭系统考虑，一般情况下，封闭系统以内的材料（仪表取源部件根部阀及法兰、垫片、紧固件等）由管道专业负责，封闭系统以外与仪表专业相关部分的仪表安装材料（测量管道、管接头、阀门等）由仪表专业负责。

4.8 本条规定了仪表工程开工应具备的条件，随着石油化工工业的发展和自动化程度的提高，在每个项目工程中仪表工程所占比例越来越大，而仪表工程的特点是对设备管道的依赖程度高，只有在设备管道安装以后仪表才能定位。仪表工程施工过早，将造成仪表的损坏和施工人员的窝工现象，不能保证连续施工，而仪表工程开工过晚，则又造成施工周期太短、施工混乱，不能保证工期。为此，提出开工应具备的九个条件。

4.9 根据国际惯例和石油化工工程实践，仪表取源部件的专业设计应由工艺管道专业负责，施工单位管道安装专业负责施工及验收，安装应符合其工艺设计文件要求。仪表管道及检测元件安装前，仪表安装人员应对其安装情况进行复查，保证取源部件安装的合理性和测量的准确性。

5 仪表设备和材料的检验和保管

5.1 检验

5.1.4 本条是根据 GB 50517—2010《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》（2023年版）的有关要求编制的。仪表管道组件验收时，如果涉及本标准中未明确规定的内容，应按该标准的有关规定执行。石油化工装置管道等级的规定应按 GB 50517 的规定执行。

5.1.5 目前国内有关阀门检验和试验的标准比较多，而且试验方法也不一致，给现场施工造成了不必要的麻烦。本条是根据 GB 50517—2010《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》（2023年版）和 SH/T 3501—2021《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》的有关要求，同时结合了仪表专业的特点编制的。仪表阀门试验时，如果涉及本标准中未明确规定的内容，应按上面两个标准的有关规定执行。对于具有特种材料及特种结构的特殊阀门，应执行设计文件或制造厂家对阀门试验的具体要求或建议。根据多年来工程项目的通常做法，对于进口阀门，现场一般不进行试验，否则应取得制造厂家的同意或按合同约定。

6 仪表单体校验

6.1 一般规定

6.1.1 本标准中所指的仪表单体校验是对石油化工装置仪表工程涉及到的仪表单体设备在安装和使用前进行的检查、试验和调整，目的在于发现仪表产品质量问题和运输、储存中产生的损坏和缺陷，检查其技术性能符合规范或设计文件规定，参数达到设计文件要求。计量检定是按照国家计量法规定，国家对用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测、资源保护、法定评价、公正计量方面并列入《中华人民共和国依法管理的计量器具目录》实施计量检定管理的计量器具，实施计量检定。两者概

念不同，依据不同，适用范围不同，因此两者开展的项目、环境要求和各自消耗工日也不相同，计量检定更严格，要求更高。

6.1.5 由于检定和工程仪表校验开展的依据、内容、范围、法律效力等均不同，工程上的仪表校验没有相应的监管机构或单位。工程仪表的校验主要依据国家和行业现行的相关施工标准，要求仪表调校人员需具备熟悉仪表设备性能、设计文件规定、施工标准规定和相应操作技能。因此，调校人员的资格可由具备开展仪表校验能力资质的施工单位自行组织培训考核，取得培训合格证明后即可。

6.1.6 随着自动化仪表技术的快速发展，现场仪表的准确度等级越来越高，当前绝大多数智能压力类变送器的准确度等级已达到0.075级，部分达到了0.05级甚至更高，参照GB50093—2013的相关规定和条文说明，结合目前仪表施工的现状，为便于工程施工的开展和实施，对仪表校验用标准仪器选用的要求，做出了相应修改。

6.1.10 智能仪表的组态参数通常包括：仪表位号、工程单位、测量范围上下限、量程范围代码、输出方式(线性、开方、小信号切除)、阻尼时间常数、输出报警、轮询地址、校验日期登录等。

6.1.12 本条是参考了GB 50093—2013《自动化仪表工程施工及质量验收规范》的规定编写的。现场不具备校验条件的仪表，如在线流量计、各类分析仪表、放射性物位计、雷达、超声波物位测量仪表等，受现场校验条件、调校人员特殊要求或标准试验装置限制，施工单位无法在现场对这类仪表进行准确度校验。根据多年来工程项目的通常做法和实际条件，对现场不具备校准和试验条件的项目，可对制造厂出具的产品合格证、试验检测报告和检定证明进行验证。如业主有特殊校验要求，应由业主委托相关部门鉴定，施工单位配合。

6.2 仪表单体设备

6.2.7 热电阻、热电偶的热电性能主要依靠其材质来保证，在常温下可采用普通电测仪表检测出正常或损坏状态，可不进行热电性能试验。

6.2.9 本条根据石油化工企业接触高压、剧毒、可燃介质的特点而制定。测温元件的保护套管宜在工艺管道或设备压力试验前安装，并参加工艺管道或设备的压力试验。

6.2.10 可参考第6.1.12条的条文说明，电磁流量计、质量流量计、涡街流量计、超声波流量计、转子流量计、容积式流量计、涡轮流量计等施工单位不进行仪表准确度校验，应上电检查流量计状态正常；对于智能型流量计应根据产品技术文件，按照设计文件提供的数据和测量要求完成相应的仪表位号、介质类型、系统单位、量程范围、电流输出模式、过程条件、流体流向及小信号切除和空管检测等基本参数和功能的检查设置。

6.3 执行器

6.3.1 对于具有特殊结构、特殊材质、特定场合、特殊功能和作用的特殊阀门，例如：催化的滑阀、塞阀、45度角阀等，应执行设计文件或制造厂家对阀门试验的具体要求或建议。根据多年来工程项目的通常做法，对于进口执行器，现场一般不进行壳体强度试验和泄漏量试验，否则应取得制造厂家的同意或按合同约定。

6.3.6 当失去动力源、失去控制信号包括控制系统模拟量输出卡件断电时，执行机构应能正确实现控制阀的安全阀位动作，全开、全关或保持位置不动。

7 仪表设备安装

7.1 一般规定

7.1.3 所有现场仪表应能从地面、平台、梯子和走道接触到，以便于调校和维护。所有就地显示仪表应能从地面、平台、梯子和走道看到显示值。仪表立柱安装时底板不能直接焊接固定在格栅板上，应焊接固定在格栅板下的钢结构上。

7.2 仪表盘、柜、箱和操作台

7.2.6 考虑到仪表盘的施工质量和拆卸的可能，本条要求仪表与基础型钢之间采用防锈螺栓连接。

7.4 温度仪表

7.4.2、7.4.3 对于安装在工艺管道上的温度测量元件，管道专业负责所有管道上安装的温度取源部件（螺纹管嘴、套管、管嘴法兰、螺栓、螺母及垫片）的安装及材料开列。对于安装在工艺设备上的温度测量元件，管道专业负责螺栓、螺母及垫片的材料开列。

7.5 压力仪表

7.5.1 管道专业负责所有工艺管道或工艺设备上压力取源部件的安装及材料开列。压力取源部件焊接时，其端部不应超出工艺管道或工艺设备的内壁。

7.5.4 本条是参考了GB 50093—2013《自动化仪表工程施工及质量验收规范》和SH/T3104—2013《石油化工仪表安装设计规范》的有关规定制定的。

- a) 对于气体，应使气体内少量凝结液能顺利地流回工艺管道，而不至流入测量管路及仪表造成测量误差。故测点应在管道上半部；
- b) 对于液体，应使液体内逸出的少量气体能顺利地流回到工艺管道，同时还应防止工艺管道底部的固体杂质进入测量管路及仪表，以免造成测量不稳定，故测点应在管道水平中心线以下成 $0^{\circ}\sim45^{\circ}$ 夹角的范围内；
- c) 对于蒸汽，规定了与气体和液体两者均可的安装方位，考虑既要能保持测量管路内有稳定的冷凝液，同时又能防止管底部固体杂质进入测量管路。

7.6 流量仪表

7.6.6 为了简化在线流量计的安装要求，本条规定了在线流量计的通用安装要求，在本节本条后面的有关在线流量计安装的要求中，有关共性的要求就不一一列举了，只对相关流量计的特殊或重要的安装要求做出规定。

- a) 上下游直管段长度的要求是保证流量计测量准确度的重要条件之一。目前许多流量计要求的确切长度尚无可靠依据，本条要求应符合设计文件规定。使用合适的流动调整器可以减少所需的直管段长度；
- b) 目前全部流量计标准皆要求在稳定流中测量，本条的规定就是为了尽量减少对介质的扰动；
- c) 如果使用了多段管道，全部长度上应平直，尽可能减少轴线不重合度；
- d) 在新的管道上安装流量传感器时，为避免损坏传感器，可采用一根临时短管替代传感器，对管道进行焊接、试压、吹扫合格后再换装流量传感器；
- e) 当流量传感器与变送器分开安装时，应使用制造厂提供的专用电缆连接，并按厂家产品技术文件的要求执行。例如涡轮流量计，传感器和变送器之间传递的信号是脉冲信号；而电磁流量计，传感器和变送器之间传递的信号是低电平微伏级，其信号传输线应采用绞合屏蔽电缆，传感器和变送器之间的距离不能太长，应在按制造厂规定的范围内。

7.6.11

- a) 电磁流量计安装时，测量介质必须完全充满所安装的管道内，否则，测量就达不到制造厂规定的准确度；
- b)、c) 由于任何气泡都会上升并集中在管道的顶部，而沉淀物则会沉积在管道的底部，因此电磁流量计安装时应使测量电极均不在上述位置上；
- d) 电磁流量计的信号比较弱，在满量程时只有 $2.5\text{mV}\sim8\text{mV}$ ，流量很小时，输出只有几微伏，

外界略有干扰，就会影响仪表精度，因此电磁流量计的接地特别重要；

- e) 传感器安装地点要远离一切电磁干扰源（如大功率电机、变压器等）。

7.6.13

a) 科里奥利流量计传感器在运行时会受到轴向力、弯曲力和扭曲力的影响。流体的压力、温度的变化会导致这几种力的改变，这会影响流量计的性能。为避免安装应力对流量测量的影响，应考虑对传感器进行支撑，同时保持入口和出口法兰与传感器对中，紧固件紧固不会将力作用于流量计上。当外界振动或流体的脉动接近传感器的谐振频率时，会严重影响流量计的准确度。

c) 流量计箱体管置于管道上方或下方，是为了避免测量管内积聚冷凝液或气体。

7.7 物位仪表

7.7.1 物位仪表的取源部件应设置在介质工况稳定和不受冲击的地方，并满足仪表测量范围的要求。

7.7.9 采用差压法测量密闭容器内有蒸汽的液位，当汽侧取源部件设置平衡容器时，平衡容器的上部汽侧不应保温，以便迅速冷凝补充由于压力工况变化引起的液位波动。

7.7.11 由于放射性物位仪表属于特殊仪表，对安装作业人员的技能水平和安全卫生防护的要求非常高。安装前应制定具体的安装技术方案，并对安装作业人员进行“放射源安全防护知识”等内容的专项培训和技术交底。安装作业人员安装前应参加体检，符合安装条件的人员方可进行施工作业，施工完毕后，应立即进行一次全身性的健康检查。整个安装工作应在厂家代表的指导下进行，或由厂家负责安装。

7.8 分析仪表

7.8.4 从分析器中排放出来的易燃易爆、有毒、有污染和有腐蚀性的排放物禁止在现场随便排放，均应返回到具有足够压力降的低压力端设备或管线中去，除非分析器的排出物能满足我国环保排放标准。

7.8.7 根据GB/T50493—2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》，判别泄漏气体介质是否比空气重，应以泄漏气体介质的分子量与环境空气的分子量的比值为基准，并应按下列原则判别：

- a) 当比值大于或等于1.2时，则泄漏的气体重于空气；
- b) 当比值大于或等于1.0、小于1.2时，则泄漏的气体为略重于空气；
- c) 当比值为0.8~1.0时，则泄漏的气体为略轻于空气；
- d) 当比值小于或等于0.8时，则泄漏的气体为轻于空气。

8 综合控制系统安装与调试

8.1 一般规定

8.1.2 本安系统用电缆依据设计规定施工，蓝色标记为本安电缆制造标准规定颜色。

8.1.5 配电盘通常有UPS和NPS两种，UPS提供的电源，用于综合控制系统供电、打印机、操作台、电磁阀、现场仪表、就地盘等。NPS指控制室内照明电路，用于给盘内的照明灯供电。配电盘内的电源故障信号及接地故障信号要送入DCS进行报警显示。

8.2 综合控制系统安装

8.2.4 在开箱之前，如果发现贴在包装箱上的防倾斜、防震动检测标志变色，应及时与开箱代表取得联系，并做记录。

8.2.6 设备的硬件、备件、软件及资料等逐一清点核查是开箱检验的工作内容，开箱检验工作同时也是设备出库准备工作的一个重要步骤。施工单位设备出库需会同监理、制造商、设计、业主等共同进

行，依据装箱单逐一校对清点，填写开箱核验记录单、出库单。开箱清点出的随机资料依据合同执行，保证施工单位拥有一套完整的随机资料。开箱清点出的备品备件，应交给业主进行保管。

8.2.7 如果在综合控制系统机柜安装前，室内的防静电活动地板已经安装完成，考虑到活动地板的支撑力，为防止机柜在搬运过程中跌倒，在运输通道上可铺胶皮，上面再铺上钢板。胶皮的作用是防止划伤活动地板表面。

8.3 综合控制系统试验

8.3.2 综合控制系统现场验收（SAT）前，系统供货商应根据合同规定准备验收程序，提供相关的验收资料和工作记录文件。验收过程中，供货商还需要配备专门的工程技术人员配合验收工作。

8.3.3 b) 控制系统所有相关软件都应为经过授权的正式版本。

8.3.4 e) 所有硬件应按制造厂提供的程序进行测试，并应 100% 正常工作。

8.3.5 分散控制系统（DCS）为生产过程控制层的核心系统，它提供了生产过程的基本控制、数据采集、生产报表打印、历史数据的记录，操作人员通过操作界面对装置进行监视、操作。DCS 除完成各装置的基本过程控制、操作、监视、管理之外，同时还完成逻辑和顺序控制。

DCS 系统由控制站、操作站、工程师站、历史服务器、网络设备以及其他辅助设备（包括辅助操作台、打印机、I/O 机柜、安全栅柜、端子柜、继电器柜、配电柜等）组成。

8.3.5 e) DCS采用冗余容错技术，系统中采用冗余容错配置的部件通常包括中央处理器、通信模块、控制及关键I/O模块、电源模块等。系统容错能力的测试主要包括：控制器切换时的容错测试；控制器故障时的容错测试；控制器断电时的容错测试等。

8.3.5 h) 卡件可维护性的测试：带电情况下，任意拔出一块卡件，系统应显示该卡件的异常状态，控制系统应进行相应的处理（如切到手动、执行器保位等），在拔出和恢复卡件的过程中，控制系统的其它功能应不受任何影响。

8.3.5 i) 测试DCS与第三方设备的通信功能和实际数据交换。

8.3.7 安全仪表系统（SIS）独立于DCS系统，用于完成工艺装置与安全相关的紧急停车和安全联锁保护功能。SIS系统由控制站、远程I/O单元、操作员站、工程师站、SOE站、打印机及辅助操作台等组成。

8.3.7 h) SIS可采用双重化、三重或四重冗余容错结构。SIS按故障安全型（Fail-Safe）设计，系统内发生故障时，应能按照故障安全的方式停机。对于重要SIS回路，测量仪表采用2oo3或2oo2的原则设计，确保满足工艺要求的SIL等级及误停车率要求。

8.3.7 i) 逻辑控制器的中央处理单元、输入/单元、输出单元、电源单元、通信单元等应为独立的单元，应允许在线更换单元而不影响逻辑控制器的正常运行。逻辑控制器应有硬件和软件诊断和测试功能。诊断和测试信息应在工程师站或操作员站显示、记录。

9 仪表线路安装

9.1 一般规定

9.1.11 为了防止雨水沿桥架流入室内，室外桥架应低于室内桥架高度。石油化工装置常用的电缆进线口密封形式有以下三种：① 抗爆进线密封模块；② 现场浇注型绝缘阻燃多功能封堵剂；③ 防火电缆胶泥。

9.1.12 本条表 9.1.12 中的数据是引用了 SH/T 3019—2016《石油化工仪表管道线路设计规范》的有关规定。表中电压与工作电流为在额定工作电压下的正常工作电流，当仪表电缆和电力电缆均穿钢管或在带盖的金属电缆槽内敷设时，表中间距中的的 900mm、1200mm 可以减小到 700mm。

9.2 支架的制作与安装

9.2.4 本条是根据GB 50093—2013《自动化仪表工程施工及质量验收规范》中的有关规定编制的，安装电缆桥架及保护管时，其支架之间的距离主要取决于电缆桥架及保护管本身强度。这方面的因素很多，如电缆桥架及保护管的材质、规格及尺寸，以及电缆桥架内电缆的多少等都要考虑。本条规定电缆桥架及保护管支架间距宜为1.5m~3m，当设计文件无具体要求时，施工时可根据现场具体情况选择合适的支架间距。在保护管和桥架拐弯处、伸缩节两侧、终端处及跨越振动设备或管道处等位置需设置支架。

9.2.5 目前，仪表电缆直接敷设在支架上的做法在生产装置中已很少采用，本条电缆各支点间的距离是参考了GB 50168—2018《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》中的有关规定，主要是考虑电缆敷设后不应出现明显的弯曲变形。

9.3 电缆桥架安装

9.3.1 成品槽式电缆桥架的底板应带有排水孔，确实需要现场开孔时，应采用机械方法由里向外进行，开孔尺寸宜为Φ8mm~Φ10mm，并及时做好防腐处理。

9.3.3 安装电缆桥架时，应采取措施防止电缆桥架表面涂层损坏，在切割、钻孔后应对其裸露的钢制基板表面用相应的防腐涂料或油漆修补。现场制作弯头、三通、变径等配件时，采用机械方法切割，严禁采用火焊进行切割。要求配件加工端面打磨光滑、去除毛刺和锐边，是为了不损伤电缆和人员的安全。

9.3.6 要求螺母位于电缆桥架外侧，主要是防止电缆敷设时受损伤。

9.3.8 直线敷设的电缆桥架，要考虑因环境温度变化而引起膨胀或收缩，所以要安装带有补偿的伸缩装置，以免产生过大的膨胀力或收缩力而破坏桥架的整体性。建筑物伸缩缝处的桥架补偿装置是为了建筑物沉降等发生位移时防止损伤桥架和电缆的措施，桥架伸缩缝的预留宜大于建筑物伸缩缝的宽度。电缆桥架敷设时允许的最大直线长度，与桥架的制作材质以及现场最高、最低温度值之间的差值有关。当设计文件无具体要求时，为了便于现场施工，本条参考了GB 50168—2018《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》中的有关规定制定。

9.3.14 本条根据CECS 106—2000《铝合金电缆桥架技术规程》的规定，当钢制件表面为热浸锌时，可与铝合金电缆桥架直接接触，不需要采取防电化学腐蚀隔离措施；当其表面为喷涂粉末涂层或涂漆时则应在与铝合金桥架接触面之间用聚氯乙烯或氯丁橡胶衬垫隔离。

9.4 电缆保护管安装

9.4.3 根据SH/T 3019—2016《石油化工仪表管道线路设计规范》，仪表信号电压等级可分为低电平电压等级：如热电偶、脉冲量信号等；中电平电压等级：如4mA~20mA直流信号、热电阻信号、24V直流开关信号等；高电平电压等级：如大于28V的直流开关信号，小于250V的直流控制信号，小于28A的交流信号等。为了防止不同电平的信号之间的相互干扰，在同一根多芯电缆或穿线管内的所有传输的信号应是同一电平。

9.4.15 现场仪表、接线箱、就地仪表盘(柜)的电缆进出口外侧电缆的保护，宜采用下列两种方式：

- a) 连续式：电缆密封接头挠性管与镀锌焊接钢管连接。
- b) 非连续式：电缆密封接头加电缆桥架或电缆密封接头加镀锌焊接钢管。

9.4.17 仪表电缆保护管埋地敷设时，应选用厚壁镀锌钢管（壁厚大于2mm）。壁厚小于或等于2mm的钢导管（薄壁钢导管），不得采用套管熔焊连接。保护管埋地敷设采用套管熔焊连接，相比螺纹连接方式，不仅施工简单方便，而且提高了连接处的强度、降低了连接处的连接电阻，并有利于电缆的穿设。焊接完成后，及时将焊口清理干净，焊接部位前后100mm范围内均做好防腐处理。

9.5 电缆敷设

9.5.4 本条依据GB 50168—2018《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》中的有关规定制定，当采取措施后仍无法满足要求时，则不宜进行仪表电缆敷设。

9.5.8 由于电缆的材料和结构不同，电缆允许的最小弯曲半径也尽不相同，甚至相同规格型号的电缆，不同制造厂家所要求的最小弯曲半径也有差异。因此在电缆敷设和摆放时，不应小于电缆厂家产品技术文件规定的最小允许弯曲半径。当无明确规定时，电缆最小弯曲半径应符合GB 50168—2018《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》中的有关规定。

9.5.11 本条是根据SH/T 3019—2016《石油化工仪表管道线路设计规范》和GB 50168—2018《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》中的有关规定制定。

9.6 光缆敷设

9.6.3 根据SH/T3019—2016《石油化工仪表管道线路设计规范》，微弯的定义是指由于局部的侧向压力而引起的、短距离内幅度为几个微米的、高频次的弯曲和/或局部的轴向错位。

10 电气防爆和接地

10.1 一般规定

10.1.4、10.1.5 如接地线串联使用，则当其中一处接地线断开时，其后面串接的设备将失去接地，无法保证仪表设备安全或正常工作。

10.1.6、10.1.7 SH/T 3081—2019《石油化工仪表系统接地设计规范》规定了仪表及控制系统接地与电气专业的低压配电系统接地合一，规定了仪表及控制系统的保护接地、工作接地、本质安全接地、屏蔽接地、防静电接地和防雷接地共用接地装置。采用等电位连接方式并采用共用接地装置，已经是电气接地系统和仪表及控制系统接地的共识。

10.4 工作接地和屏蔽接地

10.4.6 由于屏蔽层的电缆接地端对于屏蔽效果区别不大，为便于接地工程实施，规定在控制室/机柜室一侧接地。已经在现场仪表处自然接地的屏蔽层，不在控制室/机柜室一侧重复接地。屏蔽接地既不是保护接地，也不是工作接地，可以根据情况接到保护接地或工作接地，效果是一样的。

11 测量管道安装

11.1 一般规定

11.1.8 较长的测量管道会降低仪表的测量性能，并增加了管道出现问题的机率。本条要求的测量管道长度值是参考了SH/T3019—2016《石油化工仪表管道线路设计规范》的有关规定。

11.1.17 本条表 11.1.17 中支架间距数值是依据 SH/T 3019—2016《石油化工仪表管道线路设计规范》的规定编制的。

11.1.18 不锈钢管道与支、吊架上碳钢材料不应直接接触，是为了避免不锈钢被污染。

11.1.20 卡套接头的装配应符合接头制造商的安装要求，典型的装配要求如下：

- a) 将管子插入接头并确保管子端部到达接头底部，用手拧紧卡套接头螺母；
- b) 固定接头本体，用扳手将卡套螺母顺时针转动 1-1/4 圈；
- c) 用制造商提供的间隙检查规确认卡套接头已经安装完毕。

11.1.21 本条是根据 GB 50517—2010《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》（2023年版）和SH/T 3501—2021《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》的有关规定编写的。管道施焊前，应依据 NB/T 47014 进行焊接工艺评定，并编制焊接工艺规程。焊工应按焊接工艺规程施焊。

11.2 测量管道安装

11.2.2 保持两只冷凝器位于相同标高，是为了避免由于冷凝器中冷凝液面波动而产生的附加偏差。测量蒸汽流量时，差压仪表宜高于节流装置，是为了使多余的冷凝液能顺利流回工艺管道。当差压仪表高于节流装置时，冷凝器除了冷凝作用外，还兼有集气罐的作用，应装于测量管道的最高点。冷凝器至节流装置的管路应保温，以防止节流装置至冷凝器之间的管路因冷凝水堵塞。

11.2.3 本条参考了SH/T3019—2016《石油化工仪表管道线路设计规范》的有关规定，如果凝液或气体难以自流返回工艺管道时，对于液体介质，测量管道的最高点应设排气阀和堵头；对于气体介质，测量管道的最低点应设排液阀和堵头。当介质中含有少量沉淀物或污浊物时，在测量管道的最低点应设排污阀和堵头。

11.2.5 防止测量管路与工艺设备及管道膨胀不一致造成管路损坏。

11.2.7 如果测量差压的正负压管两侧的环境温度不同，则两管内被测介质的密度就会不同，造成测量值有误。差压测量的正、负压管路宜靠近敷设，其环境温度应一致，当靠近热表面敷设时，正、负压管路距热表面的距离应相等，且不得使管路内的介质汽化，否则，应用绝热层与高温热表面隔开。

11.2.9 在检查时应便于观察排污阀门是否有内漏现象，如有，方便处理。根据环保和安全的要求，对排污地点进行了规定。

11.2.11、11.2.12 这两条是根据 GB 50517—2010《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》（2023年版）的有关要求编写的。为了确保法兰连接的密封性，这两条规定了法兰连接装配前的检查要求。采用金属环垫或透镜垫密封的法兰连接装配时，由于密封副之间属于金属弹性线接触密封，故事先应经过检查并确认线接触良好。

11.2.13 本条要求法兰连接螺栓安装方向一致，一是单头螺栓安装的方向和螺栓露出螺母外的螺栓长度一致，二是双头螺栓安装两侧露出螺母外的螺栓长度一致。

11.2.14 除禁油管道外，螺栓、螺母在装配时涂以二硫化钼、石墨机油或石墨粉，目的是防止螺栓、螺母锈蚀或高温的作用下螺栓、螺母抱死而无法拆卸。

11.5 测量管道试验

11.5.2~11.5.4 根据 GB 50517—2010《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》（2023年版）和 SH/T 3501—2021《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》的有关规定，并结合仪表测量管道的特点制定。气压试验过程中，宜先进行预试验，然后逐步缓慢升压，确保安全。真空管道的正压试验是通用要求，便于对真空管道系统泄漏进行检查。

11.5.5 不锈钢管道用水试验时，水中的氯离子含量不应超过 50mg/L，此项规定与 GB 50517—2010《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》（2023年版）和 SH/T 3501—2021《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》试验用水的氯离子含量要求一致，否则会对不锈钢管道材料造成危害。

11.5.6 本条根据 GB 50517—2010《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》（2023年版）的规定编写。

11.5.9 压力试验合格后，应及时恢复管道系统的连接，并拆除用于试压的临时堵头或盲板，避免影响管道系统的投用。

12 仪表气源管道和信号管道的安装

12.1 气源管道

12.1.1 根据 SH/T 3020—2013《石油化工仪表供气设计规范》的规定，仪表气源管道的供气方式可分为单线式、支干式和环形供气方式。支干式供气方式适用于多台仪表或布置密度较大的场合，宜从

气源主管上引出气源干管，并据用气点的分布情况设置气源分配器或敷设供气支管，是目前工程设计中采用较多且有效的方式。

供气总管和干管的敷设，应由管道专业根据仪表专业提出的仪表供气条件进行设计和敷设。采用气源分配器时的气源配管，应由管道专业根据仪表专业条件要求，敷设至气源分配器。

12.1.5 本条表 12.1.15 中的数据是引用了 SH/T 3020—2013《石油化工仪表供气设计规范》的有关规定。当设计文件无具体规定时，应按此标准执行。

12.1.8 镀锌钢管不得采用焊接连接，否则就会破坏镀锌层引起锈蚀蔓延，从而污染仪表气源，影响气动仪表的正常工作。

12.2 气动信号管道

12.2.8 设置金属软管的目的是保证振动管线上的用气点与供气支管柔性连接，避免供气管线长期振动导致断裂，以确保系统可靠工作。

12.3 气动管道的压力试验与吹扫

12.3.2 规定了吹扫的介质、条件和合格标准。

14 仪表系统试验

14.1 一般规定

14.1.1 本条规定了仪表系统试验应具备的条件，也是按设计文件施工完毕的状态。

14.1.6 系统试验是仪表施工的最后一道工序，也是建设单位与施工单位进行中间交接的过程，因此，系统试验时应有建设单位人员参加。

14.2 回路试验

14.2.2 a) 系统误差是系统内各单元仪表误差的均方根。以 DCS 及现场仪表组成的控制、检测回路，其系统误差是现场仪表本身的误差值，DCS 系统误差可忽略。

14.2.2 e) 磁电式转速信号回路可使用脉冲发生器发送脉冲信号进行试验。电涡流式机械量仪表的回路试验，可从前置放大器输出端电缆上输入模拟信号，并符合下列要求：

- 1) 位移信号回路输入直流电压信号；
- 2) 转速、键相信号回路使用一个直流电压设备和一个脉冲输出设备串联的方式进行；
- 3) 振动信号回路采用变化输入峰-峰和直流电压偏置模拟振动值的方式进行。

15 工程验收

15.2 施工过程技术文件和交工技术文件

15.2.1~15.2.4 根据 SH/T 3503—2017《石油化工建设工程项目交工技术文件规定》及 SH/T 3543—2017《石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定》的相关要求进行修订。