



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3521—2013
代替 SH/T 3521—2007

石油化工仪表工程施工技术规程

Technical specification for construction of instrumentation
engineering in petrochemical industry



2013-10-17 发布

2014-03-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	VII
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	1
4 施工准备	3
4.1 施工技术准备	3
4.2 施工现场准备	3
4.3 仪表设备及材料的检验和保管	4
5 仪表的校验与调整	4
5.1 一般规定	4
5.2 温度检测仪表	5
5.3 压力检测仪表	6
5.4 流量检测仪表	6
5.5 物位检测仪表	7
5.6 气动仪表	9
5.7 电动仪表	10
5.8 执行器	13
5.9 机械量检测监视仪表	15
5.10 在线分析仪表	18
5.11 可编程调节器及智能控制仪表	21
5.12 现场总线仪表	22
6 仪表设备安装	23
6.1 一般规定	23
6.2 仪表盘、柜、箱和操作台安装	23
6.3 就地仪表盘、箱安装	24
6.4 温度仪表安装	24
6.5 压力仪表安装	24
6.6 流量仪表安装	25
6.7 物位仪表安装	27
6.8 在线分析及气体检测仪表安装	28
6.9 机械量检测仪表安装	28
6.10 执行器安装	29
7 综合控制系统的安装与调试	29
7.1 一般规定	29
7.2 安装	30
7.3 分散控制系统(DCS)调试	30

7.4	可编程序控制器(PLC)和安全仪表系统(SIS)系统调试	34
7.5	现场总线(FCS)系统调试	36
7.6	数据采集与监视控制系统(SCADA)	38
8	仪表线路的安装	39
8.1	一般规定	39
8.2	支架的制作与安装	40
8.3	电缆槽的制作与安装	40
8.4	保护管的安装	41
8.5	电缆敷设	43
8.6	光缆敷设	44
8.7	补偿导线(电缆)敷设	44
8.8	防爆	45
8.9	仪表盘、柜、箱内线路配线	46
9	接地工程	46
9.1	一般规定	46
9.2	接地线的敷设	46
9.3	控制室/机柜室内仪表系统的接地连接	47
9.4	屏蔽电缆接地	47
9.5	仪表系统接地	48
10	测量管道的安装	49
10.1	一般规定	49
10.2	测量管道安装	49
10.3	有毒、高温高压、可燃介质测量管道安装	50
10.4	分析取样管道安装	51
10.5	隔离与吹洗管道安装	51
10.6	测量管道试验	51
11	仪表气源管道和信号管道的安装	52
11.1	气源管道	52
11.2	气动信号管道	53
11.3	气动管道的压力试验与吹扫	54
12	仪表伴热系统的安装	54
12.1	蒸汽、热水伴热	54
12.2	电伴热	55
13	仪表系统试验	55
13.1	一般规定	55
13.2	检测与调节系统试验	56
13.3	报警系统试验	56
13.4	连锁保护系统和程序控制系统试验	57
14	工程验收	57

14.1 交接验收条件·····	57
14.2 交接验收·····	57
附录A（资料性附录）缩略词对照表·····	58
附录B（资料性附录）仪表校验常用仪器·····	60
附录C（资料性附录）温度测量仪表检测元件插入深度·····	61
附录D（规范性附录）节流装置上下游直管长度·····	62
附录E（资料性附录）总线仪表通讯调试表·····	64
附录F（规范性附录）补偿电缆（导线）型号、规格·····	68
附录G（资料性附录）仪表工程绝热·····	70
本规程用词说明·····	72
附：条文说明·····	73

Contents

Foreword	VII
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	1
4 Preparation for construction	3
4.1 Preparation for construction technology.....	3
4.2 Preparation for construction site.....	3
4.3 Inspection and storage of instrumentation & materials.....	4
5 Calculation and adjusting of instrument.....	4
5.1 Temperature detecting instrument.....	4
5.2 Temperature detecting instrument.....	5
5.3 Pressure detecting instrument.....	6
5.4 Flow detecting instrument.....	6
5.5 Level detecting instrument.....	7
5.6 Pneumatic instrument.....	9
5.7 Electric instrument.....	10
5.8 Actuator.....	13
5.9 Mechanical measuring/detecting/monitoring instrument.....	15
5.10 On-line analyzer.....	18
5.11 Programmable controller & intelligent control instrument.....	21
5.12 FCS instrument.....	22
6 Installation of instrumentation.....	23
6.1 General regulation.....	23
6.2 Installation of instrument panel, cabinet/housing/console.....	23
6.3 Installation of local instrument panel & housing.....	24
6.4 Installation of temperature instrument	24
6.5 Installation of pressure instrument.....	24
6.6 Installation of flow instrument.....	25
6.7 Installation of level instrument.....	27
6.8 Installation of on-line analyzer & gas detecting instrument.....	28
6.9 Installation of mechanical measuring & detecting instrument.....	28
6.10 Installation of actuator.....	29
7 Installation & adjusting of integrated control system.....	29
7.1 General regulation.....	29
7.2 Installation.....	30
7.3 Adjusting of DCS system.....	30

7.4	Adjusting of PLC & SIS	34
7.5	Adjusting of FCS	36
7.6	SCADA system	38
8	Installation of instrument line	39
8.1	General regulation	39
8.2	Fabrication and installation of supports	40
8.3	Fabrication and installation of cable tray	40
8.4	Installation of conduit	41
8.5	Laying of cable	43
8.6	Laying of optical-fiber cable	44
8.7	Laying of compensating conductor (cable)	44
8.8	Explosion-proof	45
8.9	Wiring of instrument panel/cabinet/housing	46
9	Grounding work	46
9.1	General regulation	46
9.2	Laying of grounding cable	46
9.3	Grounding connection of instrument system in the control room/cabinet	47
9.4	Grounding of shielded cable	47
9.5	Grounding of instrument system	48
10	Installation of measuring tube	49
10.1	General regulation	49
10.2	Installation of measuring tube	49
10.3	Installation of poisonous/combustible medium measuring tube	50
10.4	Installation of analyzing & sampling tube	51
10.5	Installation of isolating & purging tube	51
10.6	Test of measuring tube	51
11	Installation of instrument air supply tube & signal tube	52
11.1	Air supply tube	52
11.2	Pneumatic signal tube	53
11.3	Pressure test & purging of pneumatic tube	54
12	Installation of Instrument heat tracing system	54
12.1	Steam & hot water heat tracing	54
12.2	Electric heat tracing	55
13	Test of instrument system	55
13.1	General regulation	55
13.2	Test of detecting & adjusting system	56
13.3	Test of alarm system	56
13.4	Test of interlock protection system & procedure control system	57
14	Acceptance of works	57

14.1 Turn-over & acceptance condition·····	57
14.2 Turn-over & acceptance·····	57
Annex A (Informative) Look-up table of abbreviation·····	58
Annex B (Informative) Normal apparatus for calibration of instrument·····	60
Annex C (Informative) Depth of penetration for temperature measuring instrument & detecting element·····	61
Annex D (Normative) Minimum straight pipe length required for throttling device·····	62
Annex E (Informative) Communication debugging meter of bus instrument·····	64
Annex F (Normative) Type & specification of compensating cable (conductor) ·····	68
Annex G (Normative) Hot insulation of instrument work·····	70
Explanation of wording in this specification·····	72
Add: Explanation of articles·····	73

前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《2009年第一批工业行业标准制修订计划》（工信厅科[2009]104号）的要求，规程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，修订本规程。

本规程共分14章和7个附录。

本规程的主要技术内容是：施工准备、仪表的校验与调整、仪表设备安装、综合控制系统的安装与调试、仪表线路的安装、接地工程、测量管道的安装、仪表气源管道和信号管道的安装、仪表伴热系统的安装、仪表系统试验、工程验收。

本规程是在SH/T 3521—2007《石油化工仪表工程施工技术规程》的基础上修订而成，修订的主要技术内容是：

- 取消了取源部件的安装；
- 增加了远程数据采集与监控（SCADA）系统；
- 增加了协议工业实时以太网仪表（EPA）；
- 增加了附录D温度测量仪表检测元件插入深度；
- 增加了附录F FF端口通讯数据校验统计表；
- 增加了现场总线仪表和现场总线系统（FCS）调试。

本规程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。

本规程日常管理单位：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

本规程主编单位：中石化第十建设有限公司

通讯地址：山东省淄博市临淄区建设路29号

邮政编码：255438

本规程参编单位：中石化宁波工程有限公司

本规程主要起草人员：王 笑 张媛媛 赵德源 王发兵 张同科

本规程主要审查人员：吕铁英 葛春玉 刘小平 黄继强 徐伟清 孙开祥 柴福义 胡同印
潘树海 王珍珠 赵永登 高福祥 范培贞 张 达 陈备跃 黄全荣
林志权

本规程1991年首次发布，1999年第1次修订，2007年第2次修订，本次为第3次修订。

石油化工仪表工程施工技术规程

1 范围

本规程规定了石油化工自动化仪表工程施工的技术要求。

本规程适用于新建、改扩建的石油化工自动化仪表工程的施工及验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

GB/T 255 石油产品馏程测定法

GB 4792 放射卫生防护基本标准

GB/T 4989 热电偶用补偿导线

GB 50093 自动化仪表工程施工验收规范

GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范

GB 50303 建筑电气安装工程施工质量验收规范

GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范

GB 50517 石油化工金属管道工程施工质量验收规范

SH/T 3020 石油化工仪表供气设计规范

SH/T 3126 石油化工仪表及管道伴热和隔热设计规范

SH 3501 石油化工有毒、可燃介质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 3518 石油化工阀门检验与管理规范

SH/T 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定

SH/T 3551 石油化工仪表工程施工质量验收规范

3 总则

3.1 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，修改设计应有原设计单位的文件确认。

3.2 在仪表工程施工中，设计文件未作出明确规定的部分，应执行本规程。

3.3 仪表工程施工应按设计文件对专业界面的规定施工。若设计文件无明确规定时，与管道和设备专业的界面应按 SH/T 3551—2013 附录 A 的规定执行。

3.4 仪表工程施工的安全技术和劳动保护应执行 GB 50484 的规定。

3.5 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。

3.6 仪表工程中的脱脂作业，应执行 GB 50093 规定。

3.7 仪表工程的开工应具备以下条件：

- a) 工艺管道及仪表流程图（P&ID）、仪表工程设计文件及主要仪表使用说明书应齐全；
- b) 仪表工程设计文件的核对、会审及设计交底均已完成；
- c) 主要施工方案业经批准；
- d) 仪表设备及附件订货，其中主要仪表及设计技术资料已到货，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，控制室内装饰完毕，具备交付安装条件；
- g) 主要施工人员已接受技术交底并熟悉仪表详细工程设计文件，必要的技术培训已经完成；
- h) 施工机具、设备、仪器（表）齐备；
- i) 具备完善的质量管理组织。

3.8 仪表工程主要施工程序见图 3.8。

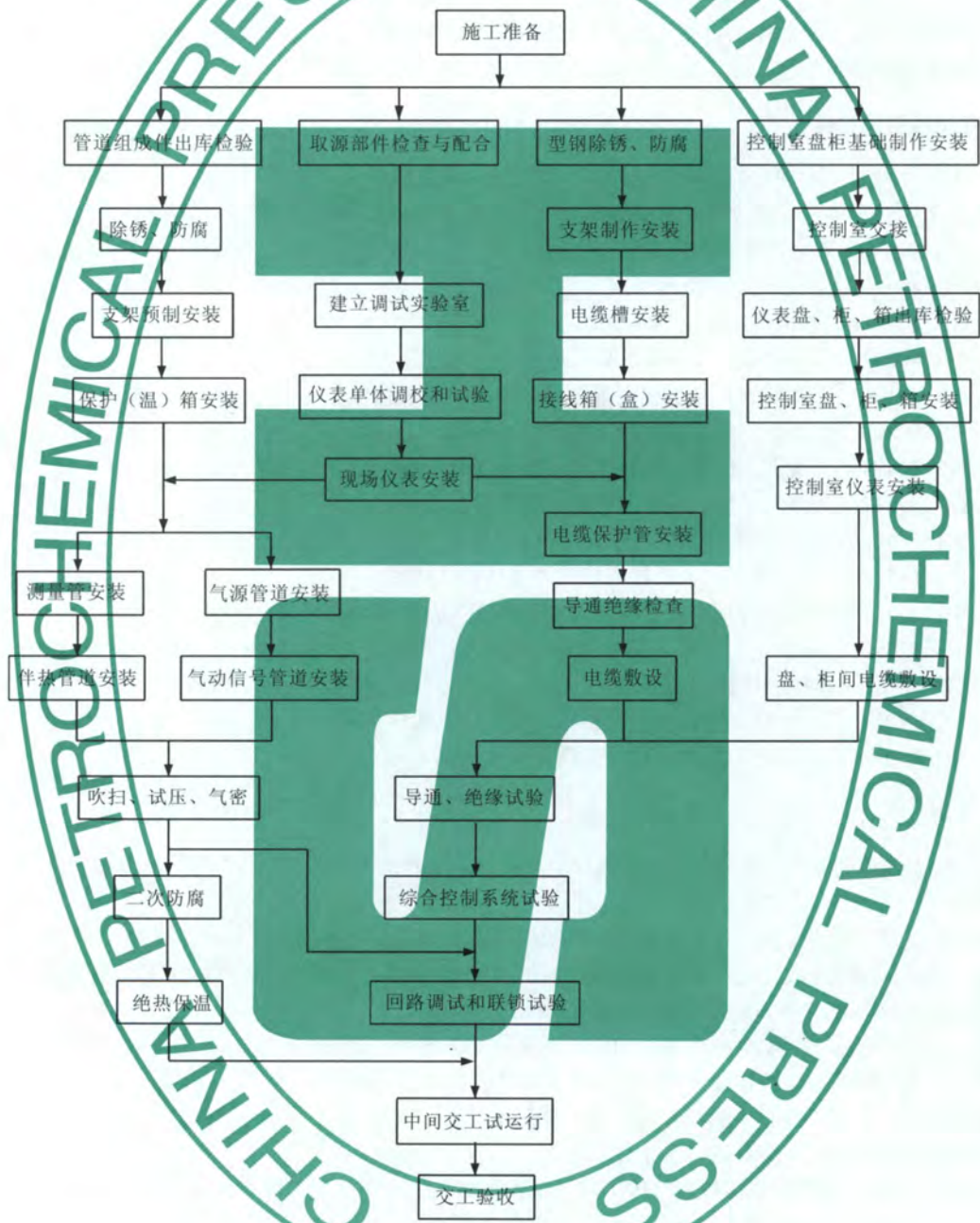


图 3.8 仪表工程主要施工程序

3.9 仪表工程常用缩写词对照表见附录 A。

4 施工准备

4.1 施工技术准备

4.1.1 施工单位编制项目的施工组织设计时，应包含下列仪表工程的内容：

- a) 工程说明及工程特点；
- b) 主要实物工程量一览表；
- c) 施工组织机构、施工部署及施工总体进度网络计划；
- d) 人员需求计划；
- e) 主要施工机具、标准仪器（表）需用计划；
- f) 施工工艺程序、主要施工技术方案、措施及主要技术培训项目；
- g) 应执行的标准规范和质量程序文件清单；
- h) 应编制的主要专项施工技术方案及施工技术措施清单；
- i) 质量计划；
- j) HSE 计划；
- k) 主要材料需用计划。

4.1.2 施工单位技术人员在熟悉工程设计文件后，应参加图纸会审，图纸会审应包括下列内容：

- a) 检查设计文件的完整性和设计深度；核查仪表专业与其他专业的分工界限在设计文件中的一致性和准确性；
- b) 确认仪表工程施工及验收中应执行的标准规范；
- c) 核查工艺管道及仪表流程图（P&ID）、仪表索引表、仪表规格书、系统图、回路图、平面布置图、安装图等相应仪表的位号、型号、规格、材质、位置等设计中的一致性；
- d) 核查控制系统内部接线图与仪表电缆表、接线图、接线箱图的一致性；
- e) 核查安全仪表系统等有关图纸的完整性和准确性；
- f) 核查仪表设备和取源部件在工艺设备、管道图中相应位号的规格、材质、数量及位置上的符合性；
- g) 核查仪表专业提出的盘柜基础、预埋件、预留孔等条件在土建设计图中的相应位置、尺寸及数量上的符合性；
- h) 核查仪表设备、仪表管道、仪表电缆槽架的安装位置与有关专业设施在空间布置上的合理性；
- i) 核查高温工艺管道、设备与仪表设备之间空间距离的合理性；
- j) 核查仪表的供电、接地、防爆、安全联锁在电气设计图上的一致性和准确性；
- k) 确认 DCS、PLC、SIS、FCS、SCADA 等系统对安装、调试的特殊要求及条件。

4.1.3 设计图纸会审后，施工技术负责人应将存在问题整理成文件报送建设单位、监理或工程总承包单位，并存档备查。

4.1.4 施工单位技术人员及有关部门应参加由建设单位组织的设计交底。

4.1.5 施工方案编制应在设计图纸会审和设计交底之后进行，其主要内容如下：

- a) 工程概况、施工内容及特点；
- b) 应执行的施工验收标准规范；
- c) 施工程序、方法、技术措施及质量标准；
- d) 质量管理措施；
- e) 工作危险性分析（JHA）或危险源辨识（LEC）及相应的安全措施；
- f) 劳动力组织、进度计划、施工设施及措施用料。

4.1.6 仪表工程施工前，应对施工人员进行技术交底。

4.2 施工现场准备

4.2.1 仪表工程施工应有下列临时设施和场地：

- a) 仪表库房和材料库及露天材料堆置场；
- b) 加工预制场；
- c) 工具房及其他设施；
- d) 阀门试压站；
- e) 仪表调校室及校验设备，见附录 B。

4.2.2 临时设施和场地应道路畅通、运输方便，水、电、气及通讯等设施应配套。

4.3 仪表设备及材料的检验和保管

4.3.1 仪表设备及材料到达现场后，应进行检验或验证。采购单位组织开箱检验应在制造厂代表在场的情况下会同监理、建设单位、施工单位或总承包单位代表共同进行，检验后应签署检验记录。

4.3.2 对仪表设备及材料的开箱检查和外观检查应符合下列要求：

- a) 包装及密封良好；
- b) 型号、规格、材质、数量和装箱单与设计文件及技术协议的要求一致，且无残损和短缺；
- c) 铭牌标志、附件、备件齐全；
- d) 产品的技术文件和质量证明文件齐全；
- e) 做好检查记录。

4.3.3 仪表盘、柜、箱的开箱检查还应符合下列要求：

- a) 表面平整，内、外表面漆层完好；
- b) 外形尺寸和安装尺寸、内部的所有仪表、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。

4.3.4 仪表设备安装前应进行性能试验，具体要求应按本规程第 5 章的规定执行。

4.3.5 仪表管道组成件检查和验收应按下列规定执行：

- a) 有毒、可燃介质的管道组成件执行 SH 3501 的规定；
- b) 其他管道组成件执行 GB 50517 的规定。

4.3.6 仪表用于设计压力等于或大于 10MPa 铬钼合金钢螺柱和螺母，每批抽检 5%。且不少于 10 件数量采用光谱分析对其检查，并做好标识。

4.3.7 仪表设备及材料验收后，应按其要求的保管条件分区、分类保管，其标识应明显清晰。材质为不锈钢和有色金属的材料，不得与碳素钢接触。

4.3.8 设备与配件和材料，应按合同文件进行检验，不符合要求的不得使用。

4.3.9 工程施工过程中，应对已安装的仪表设备及材料进行成品保护。

5 仪表的校验与调整

5.1 一般规定

5.1.1 本规程适用于石油化工过程控制、检测仪表的检验，不适用《中华人民共和国计量法》规定最高一级计量标准仪器的鉴定，以及用于贸易结算、安全防护、环境监测等列入强制性检定目录的计量器具、仪表。

5.1.2 仪表安装和投入运行前应对其进行检查、校准和试验，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。

5.1.3 仪表安装前的校准和试验应在室内进行。调校室应具备下列条件：

- a) 室内清洁、安静、光线充足、通风良好、无振动和较强电磁场的干扰；
- b) 室内温度保持在 10℃~35℃之间，相对湿度不大于 85%；
- c) 有上、下水设施。

- 5.1.4 仪表试验的电源电压应稳定。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 $\pm 5\%$ 。
- 5.1.5 仪表试验用的气源应清洁干燥，气源压力应稳定。
- 5.1.6 仪表调校人员应持有有效的资格证书；调校前应熟悉仪表技术文件及设计文件中的仪表规格书，并准备必要的调校用标准仪器（表）和工具。
- 5.1.7 校验用的标准仪器（表），应具备有效的计量检定合格证，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。
- 5.1.8 仪表校验调整后应达到下列要求：
- 基本误差应符合该仪表精度等级的允许误差；
 - 变差应符合该仪表精度等级的允许误差；
 - 仪表零位正确，偏差值不超过允许误差的1/2；
 - 指针在整个行程中应无抖动、摩擦和跳动现象；
 - 电位器和可调节螺丝等可调部件在调校后应留有再调整余地；
 - 数字显示表无闪烁现象。
- 5.1.9 智能仪表通电前还应对其硬件配置进行检查，并应符合下列要求：
- 确认电源线、接地线、信号线、通讯总线连接无误、保险丝完好无损、插卡位置正确；
 - 相关的DIP地址开关、跳线设置应符合设计文件和产品技术文件的要求；
 - 所有连接螺钉均应紧固。
- 5.1.10 仪表校准和试验的条件、项目、方法应符合产品技术文件的规定和设计文件要求，并应使用制造厂已提供的专用工具和试验设备。
- 5.1.11 对于现场不具备校验条件的仪表，出厂应提供各种在厂试验的数据报告等，可不作精度校验，只对其鉴定合格证明的有效性进行验证。
- 5.1.12 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）。
- 5.1.13 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，单独存放或退库处理。
- 5.1.14 设计文件规定禁油和脱脂的仪表在校准和试验时，应按其规定进行操作，避免污染。
- 5.2 温度检测仪表
- 5.2.1 高压及接触有毒、可燃介质的温度计保护套管应随工艺管道一同进行压力试验。
- 5.2.2 双金属温度计、压力式温度计应进行示值校验不得少于两点。
- 5.2.3 热电偶、热电阻可在常温下对元件进行通、断、绝缘检测，不必进行热电性能试验，但应对其鉴定合格证明的有效性进行验证。
- 5.2.4 动圈式仪表的校验应符合下列规定：
- 可动部分进行平衡检查时，仪表向左、右、前、后倾斜 $5^\circ \sim 10^\circ$ ，其指针偏离刻度不得超过仪表的允许误差；
 - 指针在零刻度与满刻度之间的上升与下降过程中，可动部分应灵活，指针移动平稳，无卡针、摇晃、迟滞等现象。
- 5.2.5 自动平衡显示仪表的校验应符合下列规定：
- 将仪表通电预热30min，分别输入仪表刻度的10%、50%、90%三点的信号值，指针应在摆动两个半周期以后停在刻度处。划线记录仪表的指针摆动应为两次平衡摆动；
 - 仪表指针正、反行程的示值误差均应符合被校仪表技术指标的规定，指针速度应均匀，不得有卡涩或跳动现象。
- 5.2.5 数字温度报警显示仪的精度校验不得少于五点，其中一点为报警设定点。

5.2.6 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。

5.3 压力检测仪表

5.3.1 压力仪表的精度校验应按其不同使用条件分别采用下列信号源和校验设备进行：

- a) 校验测量范围小于或等于 0.1MPaG 的压力表，宜用仪表空气作信号源，与测量范围相适应的标准压力表进行比较；
- b) 测量范围大于 0.1MPaG 的压力表，宜用活塞式压力计或手压泵加压，与标准压力表相比较；
- c) 校验真空压力表时，应用真空泵产生真空度，与测量范围相适应的标准真空表比较；
- d) 校验禁油压力表应用专用校验设备和工具，或在被校压力表与活塞式压力计之间安装一套油水分离器，压力表不得与油接触；
- e) 膜盒式压力表和吸力计的精度校验宜用大波纹管微压发生器，用补偿式微压计作标准表。

5.3.2 压力表和双波纹管差压计的校验应符合下列规定：

- a) 按增大或减小方向施加压力信号，压力仪表指示值的基本误差和变差不得超过仪表精度要求的允许误差，指针的上升与下降应平稳，无迟滞、摇晃现象；
- b) 校验点应在刻度范围内均匀选取，且不得少于五点，真空压力表的压力部分不得少于三点，真空部分不得少于两点，但压力部分测量上限值超过 0.3MPa 时，真空部分只校验一点；
- c) 轻敲仪表外壳时，指针偏移不得超过基本误差的一半，且示值误差仍不得超过仪表的允许误差。

5.3.3 压力开关的校验应符合下列规定：

- a) 作高报警校验时，将压力缓慢增大，当增大到报警压力时，其常开或常闭触点应动作；然后继续加压超过报警压力，再缓慢降压直至触点动作，带恢复值要求的，恢复值应在允许范围内；
- b) 作低报警校验时，加压高于报警压力后，缓慢降压至报警压力时触点应动作；然后继续减压至报警压力，再缓慢升压直至触点动作，恢复值应在允许范围内。

5.3.4 压力仪表校验合格后应加铅封或标识。

5.4 流量检测仪表

5.4.1 双波纹管差压流量计的测量范围在 10kPa 及以下时，宜用气压球加压。测量范围在 10kPa 以上时，宜用仪表空气通过定值器或气动手压泵加压。校验前连接管线应作气密性试验。当无差压时，示值与零点的偏差不得超过基本误差的一半。附加积算机构的双波纹管差压计应作积算精度检查。

5.4.2 除差压流量仪表外，其他流量仪表、流量元件应有出厂合格证及校验合格报告，且报告在有效期内时可不进行精度校验（即流量标定），但应通电或通气检查各部件工作应正常。电远传与气远传转换器应作模拟校验，出厂合格证及校验合格报告超过有效期时，应重新进行计量标定，标定工作由建设单位负责，施工单位配合。

5.4.3 电远传和机械指示型转子流量计可用手推动转子上升或下降进行检查，其指示变化方向应与转子运动方向一致，且输出值应与指示值一致。

5.4.4 用水校验本条 5.4.1、5.4.2 和 5.4.3 仪表时，应确认各工作部件适合与水接触，并应限制水中氯离子含量不得大于 50mg/L，其他仪表试验也参照执行。用水试验后，应用干燥空气吹干，密封。

5.4.5 智能电磁流量计、质量流量计、涡街流量计、超声波流量计（变送器），应查验制造厂流量标定试验报告，上电检查流量测量系统配置，投表前应作自动“零点校验”，检查变送器与传感器接线，将仪表筒体流体处于满管，并静止状态下 $V=0\text{m/s}$ ，切换“手动操作”模式，启动自动调零程序，变送器自动完成校验。

5.4.6 超声波流量计应查验制造厂流量标定试验报告，应设置信号输入显示、管道的 OD、P、L 值、信号输出模式、通讯接口参数。

5.4.7 靶式流量变送器可按图 5.4.7 所示连接校验线路，并应符合下列规定：

- a) 变送器应水平安装在支架上，撤下靶板，用细线穿过测量杠杆尾部螺孔，挂上砝码盘，受力

点应通过靶中心；

- b) 在砝码盘上逐点增加砝码，砝码的重量分别为最大流量靶面受力的 0、25%、50%、75%、100%，输出应分别为 4mA、8mA、12mA、16mA、20mA，允许误差为 $\pm 0.1\text{FS}$ 。输出电流与砝码重量的关系按公式 5.4.7 计算：

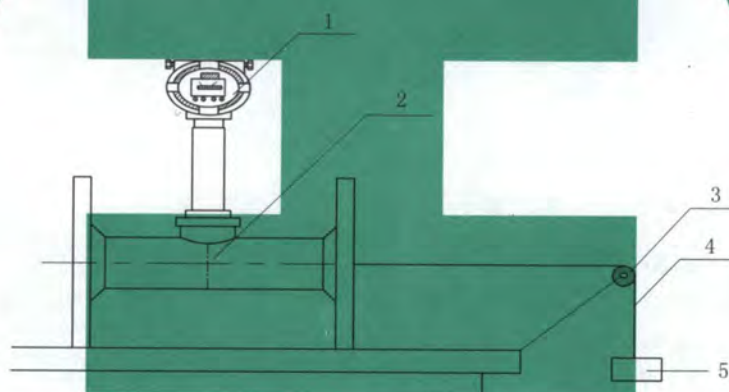
$$P = \frac{16f}{F} + 4 \quad \dots\dots\dots (5.4.7)$$

式中：

P ——检验点的输出电流，mA；

f ——对应于该输出压力的砝码重量，g；

F ——输出为 20mA 时砝码的重量，g。



1—靶式流量计；2—受力靶中心；3—滑轮；4—尼龙绳；5—砝码

图 5.4.7 靶式流量变送器的校验

5.5 物位检测仪表

5.5.1 浮筒液面变送器宜用水校法校验。校验时，应确保零点液面准确，输出和输入信号应按介质密度进行换算，并符合下列规定：

- a) 当测量介质的密度小于 1g/cm^3 时，应将各检测点的液面按公式 5.5.1-1 换算成水的液面：

$$h_s = h_j \times \frac{\gamma_j}{\gamma_s} \quad \dots\dots\dots (5.5.1-1)$$

式中：

h_j 、 h_s ——分别为介质及水的液面，mm；

γ_j 、 γ_s ——分别为介质及水的密度， g/cm^3 。

- b) 当测量介质的密度大于 1g/cm^3 时，各检测点的输出名义值应按公式 5.5.1-2、公式 5.5.1-3 计算：

$$P = \left(80 \times \frac{\gamma_s}{\gamma_j}\right) \times K + 20 \quad \dots\dots\dots (5.5.1-2)$$

$$I_{\text{mA}} = \left(16 \times \frac{\gamma_s}{\gamma_j}\right) \times K + 4 \quad \dots\dots\dots (5.5.1-3)$$

式中:

K ——取值为 25%、75%、100%;

P ——为气动仪表输出压力, kPa;

I_{mA} ——为电动仪表输出电流, mA。

- c) 当测量两种液体的界面时, 仪表上的密度值应定于两介质的密度差处, 零点及上限水位高度分别按公式 5.5.1-4、公式 5.5.1-5 及公式 5.5.1-6 计算, 水位变化范围按公式 (5.5.1-6) 计算:

$$\text{零点时的水位高度} \quad h_s = \frac{\gamma_0}{\gamma_s} H \quad \dots\dots\dots (5.5.1-4)$$

$$\text{终点时的水位高度} \quad h_s = \frac{\gamma_z}{\gamma_s} H \quad \dots\dots\dots (5.5.1-5)$$

$$\text{水位变化范围} \quad \Delta h_s = \frac{\gamma_z - \gamma_0}{\gamma_s} H \quad \dots\dots\dots (5.5.1-6)$$

式中:

γ_z ——重介质密度, g/cm³;

H ——最大液面刻度, mm;

γ_0 ——轻介质密度, g/cm³。

5.5.2 浮球液位计校验时, 应手动操作平衡杆, 使其与水平面夹角分别为+11.5°、0°、-11.5°, 变送器输出信号分别为 0、50%、100%, 其基本误差及变差均不应超差。

5.5.3 浮球式液位开关检查时, 应用手平缓操作平衡杆或浮球, 使其上、下移动, 带动磁钢使微动开关触点动作。

5.5.4 智能放射性同位素物位计应上电检查放射性测量系统配置:

- 检查仪表基本设置, 根据放射性源 (钴 60 或铯 137) 作匹配选择; 按工艺、设计要求核对测量主变量 (物位、开关、密度、浓度) 设置;
- 设置测量输出阻尼值, 数值范围 1sec~249sec, 经验值: 6sec;
- 零点、量程校验;
- 检查报警输出值;
- 线性化校正, 按公式 5.5.4 归一化处理脉冲率, 并输入变送器线性化数据表;

$$\text{归一化公式} \quad I_{\text{线}} = \frac{I - I_0}{I_{\text{max}} - I_0} \delta \quad \dots\dots\dots (5.5.4)$$

式中:

I_0 ——最小脉冲率 (满罐);

I_{max} ——最大脉冲率 (空罐);

I ——实测脉冲率 (随机值);

$I_{\text{线}}$ ——线性化脉冲率;

δ ——仪表内定义常数。

- f) 工艺配合向容器注入物料, 放射源置于开启, 选择“线性化”功能, 仪表自动校验并显示“线性化脉冲率”, 并得到一组“料位/脉冲率”数据; 根据工艺测量精度要求, 可以分别向容器注入 3 次以上的物料, 得到相应组别“料位/脉冲率”数据;

- g) 伽玛“ γ ”照射时间、灵敏度、计数器设置, 根据工艺操作物位控制变化规律, 找出偏差 $\longleftrightarrow$ 稳定所需的最短时间设定“ γ ”源开启“延迟时间”, 物位稳定控制最长时间设定“ γ ”源关闭“保持时间”; 考核计数器单位时间内数值尽量小, 减少放射性污染;

h) 检查通讯地址;

i) 仪表仿真输出校验, 选择“系统-仿真输出”功能, 核对与下游二次仪表和 DCS 要求一致性。

5.5.5 电容式物位开关检查时, 使用 500V 兆欧表检查电极, 其绝缘电阻应大于 $10M\Omega$ 。调整门限电压, 使物位开关处于翻转的临界状态。将探头插入物料后, 状态指示灯亮, 输出继电器应动作。

5.5.6 音叉式物位开关检查时, 将音叉股悬空放置, 通电后 (有指示灯的应亮) 用手指按压音叉端部强迫停振, 并用万用表测量, 其常开或常闭触点应动作。

5.5.7 智能超声波物位计校验时, 通电后液晶显示面板及状态指示灯工作正常, 检查超声波测量系统配置, 零点、量程校验, 符合下列规定:

- a) 零点校验, 容器空置测量介质为 0%, 选择“空罐校验”功能, 仪表自动显示到物位的距离和测量值, 配合工艺检尺核对, 没问题选择“距离检查-确认”, 自动完成校验;
- b) 测量盲区设定, 根据工艺要求一般满罐液位距离溢出液位有一定空间, 将其设置为“盲区”;
- c) 满量程校验, 容器充满测量介质为 100%, 选择“满罐校验”功能, 仪表自动显示到物位的距离和测量值, 配合工艺检尺核对, 没问题选择“距离检查-确认”, 自动完成校验, 核对: 超声波发射源高度 $E = \text{满量程距离} + \text{盲区距离}$ 。

5.5.8 智能导波、微波雷达液位计校验符合本规程 5.5.7 条外, 应作探头长度校正, 测量介质固体、液体根据工艺设计操作条件, 按介电常数细分设置参数。

5.5.10 阻旋式物位开关检查时, 通电后用手指阻挡叶片旋转, 调整灵敏度弹簧, 输出继电器应动作。

5.5.11 重锤式物位计校验时, 当分别给传感器、控制显示器送电后, 液晶显示面板及状态指示灯工作应正常, 参数设置开关应符合工艺测量要求, 定时工作时间占空比不应大于 50%, 并按下列步骤校验:

- a) 仪表稳定 10min 后, 调整零点电阻器, 使输出电流为 4mA 或 20mA;
- b) 按下启动按钮, 使重锤下降到料仓的底部, 当电动机开始反转时, 输出电流为最大或最小;
- c) 待重锤返回到原位, 运行指示灯熄灭后, 调整量程电位器使输出电流为 20mA 或 4mA。

5.5.12 浮子钢带液位计校验时, 应用手动装置升、降浮子至罐体的顶部或底部, 分别调整仪表指针和输出信号, 使指示值和输出值符合该仪表精度要求。

5.5.13 智能磁致伸缩液位计的调校按下列步骤进行:

- a) 按设计文件和产品技术说明书, 检查或修改组态参数, 也可直接在 DCS 操作站检查;
- b) 把磁浮子置于波导管最底部, 将变送器表头电流调为 4.00mA, 将其定位为 0 位; 把磁浮子置于波导管的最顶部, 将变送器表头电流调为 20.00mA, 将其定位为 100%;
- c) 将磁浮子分别置于波导管的最底部、25%、50%、75%、最顶部, 检查变送器表头对应的示值并记录, 同时测量记录输出电流, 在铭牌标注允许误差范围内。

5.6 气动仪表

5.6.1 气动仪表校验前, 应检查校验连接管路, 并应通入 0.1MPa 的空气, 用肥皂水检查管路的气密性。仪表及管路应无泄漏, 5min 内压力变化不应大于 0.7kPa。

5.6.2 气动差压变送器的校验应符合下列规定:

- a) 进行零点校验时, 应切断输入信号侧定值器的气源或将变送器的正压室放空;
- b) 具有负迁移机构的差压变送器, 宜先将迁移量调整至零, 按一般差压变送器校验, 然后加入迁移量。亦可在负压室加压, 按迁移量的量程校验;
- c) 经清洗脱脂后重新装配的差压变送器应进行静压误差检查, 用无油活塞式压力计或手压泵向正、负压室同时输入额定工作压力的 0、50%、100%, 变送器的输出均应为 20kPa, 静压误差不得超过基本误差的 1.5 倍;
- d) 单法兰、双法兰膜片差压变送器在校验过程中拧紧法兰时不应使膜片受压。

5.6.3 基地式指示调节器给定、测量单元指示精度校验:

- a) 在测量范围的 0、25%、50%、75%、100%各点进行正反行程校验，基本误差和变差应符合精度要求；
- b) 两针指示仪或气动指示（记录）调节器的测量针和给定针在同时输入任意测量压力时，两针的同步误差不大于基本误差的绝对值；
- c) 记录纸在 24h 内，走纸累计允许误差为 $\pm 5\text{min}$ ；
- d) 附加报警机构的显示仪表，应按工艺设计给定值或在测量范围的 20%和 80%两点进行报警动作试验，报警允许误差为测量范围的 $\pm 1\%$ 。

5.6.4 基地式指示调节器 (PID) 的性能试验应符合下列规定:

- a) 控制点误差宜采用开环试验, 校验点数不应少于三点, 允许误差应符合精度要求;
- b) 比例度试验不应少于三点, 允许误差应按表 5.6.4-1 的规定取值;

表 5.6.4-1 比例度的允许误差

比例度刻度	5	10~20	40~60	100~250
允许误差	±2	±4	±10	±18

- c) 积分时间试验不应少于三点, 试验时, 积分时间刻度值及其允许误差按表 5.6.4-2 的规定;

表 5.6.4-2 积分时间允许误差

积分时间刻度值/min	0.065	1	2	3	20
允许误差	±5%	±5%			±5%

- d) 微分输出变化应与图 5.6.4 所示的曲线相一致。

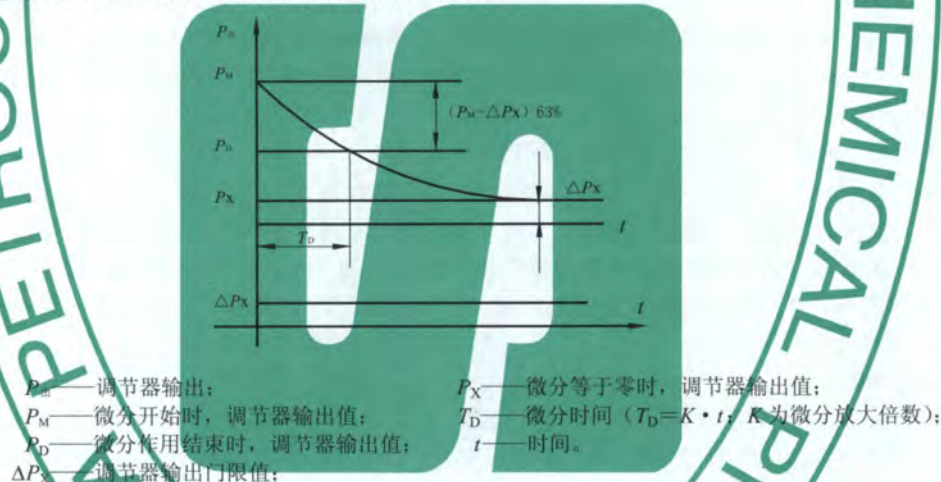


图 5.6.4 微分时间测试曲线

5.6.5 基地式指示调节器输出单元校验:

- a) 进行手动控制机构检查时,使输出小表指示从 0 变化到 100%,输出压力应从 20kPa~100kPa 均匀变化,输出压力表的允许误差为 $\pm 2.5\%$;
- b) 切换机构检查应符合下列规定:
- 1) 进行手动 $\longleftrightarrow$ 自动位置切换时,手柄动作应轻便,工作状态应与位置一致;
 - 2) 仪表应能实现无扰动的自动 $\longleftrightarrow$ 手动切换,静差应小于 1.6kPa。

5.7 电动仪表

5.7.1 电动仪表校验，送电前应确认下列事项：

- a) 电源电压应符合仪表铭牌的要求；
- b) 接线与仪表端子排列图一致，信号线、电源线正、负极连接正确。

5.7.2 开方积算器校验时应按表 5.7.2 所示数值施加输入信号 V_i ，进行下列项目测定：

- a) 用数字电压表逐点测量输出电压 V_o ，测量结果应符合表 5.7.2 中的规定，基本误差应不大于仪表精度的允许误差；
- b) 用频率计数器测量积算输出脉冲周期，测量结果应按表 5.7.2 中的规定取值，基本误差应不大于仪表精度的允许误差；
- c) 小信号切除，输入 1%以下的信号时，输出为 0。

表 5.7.2 开方积算器校验输出值

输入		开方输出		积算输出周期/ms
V_i/V	%	V_o/V	%	
1.000	0.00	1.000	0	∞
1.040	1.00	1.400	10	1000
1.250	6.25	2.000	25	400
2.000	25.00	3.000	50	200
3.250	56.25	4.000	75	133
5.000	100.00	5.000	100	100

5.7.3 比率设定器的校验应符合下列规定：

- a) 输入指示允许误差应为测量范围±0.5%；
- b) 置“测量-校验”开关于“校验”位置，测量指针和设定指针均应指示 50%，允许误差为±0.5%；
- c) 进行偏差校验时，应使偏置为 0。当输入为 0 时，转动设定轮，使比率在 0.3~3.0 之间变化，输出应为 $0 \pm 0.5\%$ 。使比率设定刻度为 1 时，当输入为 100%，输出应为 $100\% \pm 1\%$ ；
- d) 进行比率设定校验时，应使偏置为 0，比率刻度分别置于 1.0、1.5、2.0，输入信号分别为 0、50%、100%，输出值应按表 5.7.3 的规定取值，基本误差应为输出范围的±0.5%以内。

表 5.7.3 比例刻度校验输出值

输入	比例刻度		
	1.0	1.5	2.0
1.000	1.000	1.000	1.000
3.000	3.000	4.000	5.000
5.000	5.000	—	—

5.7.4 计算器的校验应根据不同的运算关系，采用不同的输入值，并按下列步骤进行：

- a) 零点校验应根据运算公式，选择 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 的输入值，使输出值为 1V，实际输出值 E 应为 $(1 \pm 0.004)V$ ；
- b) 量程校验：根据运算公式，选择 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 的输入值，使输出值为 5V，实际输出值 E 应为 $(5 \pm 0.004)V$ ；
- c) 公式范围内，选择适当的 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 值，校验三点，基本误差应不大于±0.5%。

5.7.5 指示调节器的校验应符合下列规定：

- a) 在各切换开关分别置于“软手动”、“外设定”和“测量”位置时，使输入信号分别为 1.00V、2.00V、3.00V、4.00V、5.00V，测量指针应分别指示 0、25%、50%、75%、100%。允许误差为 $\pm 0.5\%$ ；
- b) 设定指针的基本误差应在 $\pm 0.5\%$ 以内；
- c) 将“测量-校验”开关置于“校验”位置。测量与设定指针均应指示 50%。误差不应超过 0.5%；
- d) 将切换开关置于“软手动”位置，用“软手动”操作输出指针从刻度的始点到终点，电流应在 3mA~21mA 之间变化；
- e) 当“软手动”开关倾斜一半时，输出 4mA 变化到 20mA 的全行程应为 100s，当“软手动”开关全部倾斜时，全行程时间应为 6s；
- f) 用“硬手动”操作输出，使输出表指示在 0、50%、100%时，输出电流应分别为 4mA、12mA、20mA，允许误差为 $\pm 3\%$ ；
- g) 控制点偏差宜采用闭环跟踪法试验。各开关分别置于积分最小，微分关、反作用、测量、自动、比例度最小位置，调整设定轮，使设定值分别为 0、50%、100%，测量针应跟踪设定针，稳定后，测量针与设定针的允许误差为 $\pm 0.5\%$ ；
- h) 比例刻度校验不应少于三点，允许误差为 $\pm 20\%$ ；
- i) 积分时间校验不应少于三点，允许误差为 $\pm 50\%$ ；
- j) 微分动作验证，微分输出变化应与本规程图 5.6.4 一致；
- k) 调节器校验完毕后，应根据工艺控制要求预置 PID 参数，实际应用参数由工艺操作员根据工艺调整。PID 参数可按表 5.7.5 预置。

表 5.7.5 PID 参数预置值

调节器类别	$P/\%$	I/s	D/s
LC	50~100	1~5	0
FC	90~120	1~5	0
TC	100~200	5~10	5~20
PC	90~100	1~5	0

5.7.6 带中央微处理器的智能变送器（HART 协议）校验，按图 5.7.6 接线：

- a) 对现场通讯器进行自检，启动 HART 应用程序，对于每个回路仪表数大于一台时，将仪表并联，设置为“多点”模式，应对参数组态进行检查或修改；
- b) 现场通讯器选择“校验”方式，检查输出，选择“零点”回路测试，查看输出应为 4mA；选择“满量程”回路测试。查看输出应为 20mA。
- c) 检查合格后，按变送器标称精度进行校验。

5.7.7 带中央微处理器的智能控制阀（HART 协议）校验：

- a) 启动现场通讯器 HART 应用程序，解除组态/校验保护，置阀门于“维护”状态；
- b) 检查压力、执行机构参数；
- c) 选择“自动校验行程”功能，按照“操作向导显示”要求定位执行机构和阀门连杆与定位器反馈杆的“交叉点”；即阀门行程达 50%时，两杆轴线垂直交叉。并自动完成阀门全行程校验；
- d) 设置阀门行程死区切除，保证阀门克服摩擦力且充分开关，宜设置为 $\pm 5\%FS$ ；
- e) 设置阀门行程累计死区报警及动作次数计数报警，判断阀座沉淀杂质未关到位泄漏；

f) 设置阀门行程累计报警及动作次数计数报警，即设置阀门行程极限位置，判断阀座的磨损情况。

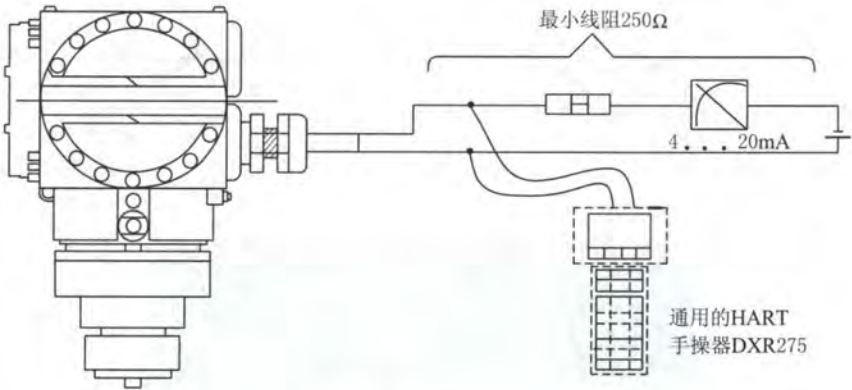


图 5.7.6 智能变送器调试接线

5.8 执行器

5.8.1 执行器出库时，应对制造厂质量证明文件的内容进行检查，并按设计文件要求核对铭牌内容及填料、规格、尺寸、材质等，同时检查各部件不得损坏，阀芯、阀体不得锈蚀。

5.8.2 执行器阀体应进行耐压强度试验。试验在阀门全开状态下用洁净水进行，试验压力为公称压力的 1.5 倍，所有在工作中承压的阀腔应同时承压不少于 3min，且不应有可见的泄漏现象。

5.8.3 控制阀应进行气密性试验。

5.8.4 控制阀的泄漏量试验应符合下列规定：

- a) 试验介质应为 5℃~40℃清洁气体(空气或氮气)或清洁水；
- b) 试验压力为 0.35MPa。当阀的允许压差小于 0.35MPa 时应为设计文件规定值；
- c) 试验时，气开式控制阀(FC)的气动信号压力为零，气关式控制阀(FO)的信号压力宜为输入信号上限值加 102%；切断型控制阀的信号压力应为设计文件规定值；
- d) 当试验压力为阀的最大工作压差时，执行机构的信号压力应为设计文件规定值；
- e) 控制阀泄漏量试验时的允许泄漏量应符合表 5.8.4-1 要求；

表 5.8.4-1 泄漏量分级

泄漏等级	试验介质	试验程序	最大阀座泄漏量/(L/h)
I	由用户与制造厂商定		
II	水或气体	A	$5 \times 10^{-3} \times \text{阀额定容量}$
III	水或气体	B	$10^{-3} \times \text{阀额定容量}$
IV	水	A 或 B	$10^{-4} \times \text{阀额定容量}$
	气体	A	
IV—S1	水	A 或 B	$5 \times 10^{-4} \times \text{阀额定容量}$
	气体	A	
IV—S2	气体	A	$2 \times 10^{-4} \times \Delta P \times D$
V	水	B	$1.8 \times 10^{-7} \times \Delta P \times D$

表 5.8.4-1 泄漏量分级（续）

泄漏等级	试验介质	试验程序	最大阀座泄漏量/(L/h)
VI	气体	A	$3 \times 10^{-3} \times \Delta P \times$ （表 5.8.6 规定的泄漏量）
注 1：ΔP 阀前、后压差，kPa。 注 2：D 为阀座直径，mm。 注 3：对于可压缩流体体积流量，绝对压力为 101.325kPa 和绝对温度为 273 K 的标准状态下的测量值。 注 4：A 试验程序时，应为 0.35MPa，当阀的允许压差小于 0.35MPa 时，用设计文件规定的允许压差。 注 5：B 试验程序时，应为阀的最大工作压差。			

f) 阀的额定容量应按表 5.8.4-2 所列公式计算。

表 5.8.4-2 控制阀的额定容量计算公式

介质	条件	
	$\Delta P < \frac{1}{2} P_1$	$\Delta P \geq \frac{1}{2} P_1$
液体	$Q_l = 0.1 K_v \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho/\rho_0}}$	
气体	$Q_g = 4.73 K_v \sqrt{\frac{\Delta P \cdot P_m}{G(273+t)}}$	$Q_g = \frac{2.9 P_1 K_v}{\sqrt{G(273+t)}}$
注：Q_l——液体流量，m³/h； Q_g——标准状态下的气体流量，m³/h； K_v——额定流量系数； $P_m = \frac{P_1 + P_2}{2}$，kPa； P_1——阀前绝对压力，kPa； P_2——阀后绝对压力，kPa； ΔP——阀前后压差，kPa； t——试验介质温度，取 20℃； G——气体比重，空气比重=1； ρ/ρ_0——相对密度（规定温度范围内的水 ρ/ρ_0 为 1）。		

- 5.8.5 事故切断阀及有特殊要求的控制阀应进行泄漏量试验，试验介质为清洁空气，试验压力为 0.35MPa 或规定允许压差。
- 5.8.6 泄漏率采用排水取气法（见图 5.8.6）试验应收集 1min 内控制阀的泄漏量。其允许泄漏量应符合表 5.8.6 规定。
- 5.8.7 控制阀应进行行程试验，行程允许偏差应符合产品技术文件的规定。
- 5.8.8 控制阀的灵敏度试验可用百分表测定，根据定位器输出/弹簧工作范围确定通入薄膜室压力为 10%、50%、90%三点停留，阀位分别停留于相应行程处，增加或降低信号压力，测定使阀杆开始移动的压力变化值，该值不得超过信号范围的 1.5%，有阀门定位器的控制阀压力变化值不得超过 0.3%。
- 5.8.9 事故切断阀和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，在执行器处于全开或全关状态下，操作电磁阀，使执行器趋向于全关或全开，用秒表测定从电磁阀开始动作到执行器完成全行程的时间，该时间不得超过设计文件的规定。

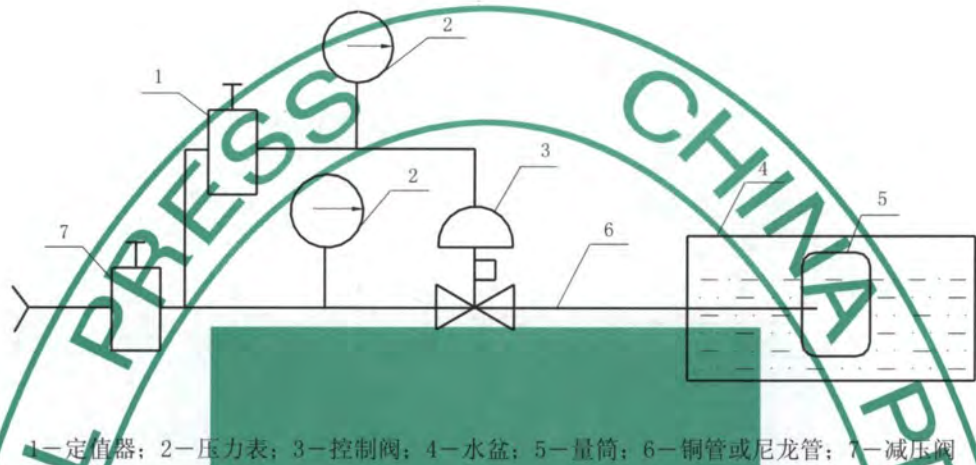


图 5.8.6 控制阀泄漏量试验

表 5.8.6 控制阀允许泄漏量

规格	允许泄漏量	
DN	mL/min	每分钟气泡数/个
25	0.15	1
40	0.30	2
50	0.45	3
65	0.60	4
80	0.90	6
100	1.70	11
150	4.00	27
200	6.75	45
250	11.10	—
300	16.00	—
350	21.60	—
400	28.40	—

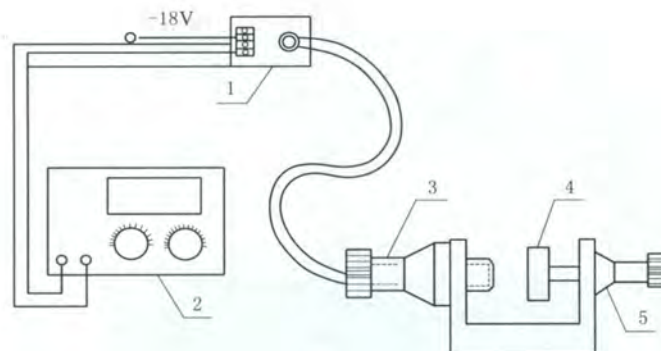
5.8.10 执行器试验调整完毕，应放净试验用水，并用空气吹干，然后把进、出口封闭置于室内或棚屋内保存。

5.9 机械量检测监视仪表

5.9.1 机械量检测监视仪表校验时，应按设计文件核对仪表位号、型号、规格、被测表面材质。探头、仪表、前置放大器，延长电缆及其他零部件均应按位号成套提供。

5.9.2 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，试验宜用模拟法，试验装置见图 5.9.2。试验器的探头试片材质宜与被测轴的表面材质一致。

5.9.3 试验时探头应与同一位号的延长电缆、前置放大器成套进行试验。



1—前置放大器；2—数字电压表；3—探头延长电缆；4—试片；5—测微计

图 5.9.2 探头特性试验装置

5.9.4 探头特性试验应符合下列规定：

- a) 确定零间隙时，应将测微计对准刻度“0”，使探头端面与试片表面轻轻接触，不宜过紧；
- b) 调整螺旋测微计，缓慢增加间隙，每隔 $100\mu\text{m}$ 记录一次电压值，直到数字电压表的读数基本不变为止；
- c) 将所得数据标在直角坐标图上，作出探头的间隙-电压特性曲线，该曲线中间应为一直线性段，其电压梯度应符合该仪表的产品技术文件要求。

5.9.5 轴位移监视仪连同探头、专用电缆、前置放大器等按下列顺序作系统试验：

- a) 接通电源，调整探头与待测表面的间隙为特性曲线的中点，或调整间隙为出厂资料中的规定数值，使仪表指示零；
- b) 旋转测微计，使试片向前推进，推进的距离为仪表的最大刻度值，仪表应指示正向最大刻度，否则，调整“校准”电位计。然后旋转测微计，使仪表回零，并使试片向后移动到最大距离，仪表应指示负向最大刻度值。零位和范围反复调整，直到符合要求；
- c) 调整测微计，使试片表面与探头间距分别为全刻度的 0、 $\pm 50\%$ 、 $\pm 100\%$ ，记录仪表的读数，允许误差为 $\pm 5\%$ 。

5.9.6 轴振动监视仪的校验可采用相应的轴试验器中心倾斜转盘作为振动源，在校验前，应对振动源的振幅值进行标定。

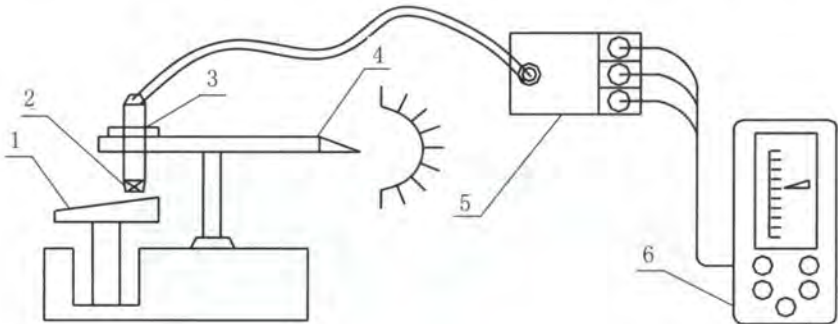
5.9.7 轴振动监视仪校验按下述步骤进行：

- a) 探头应安装在倾斜转盘中央上方的固定卡套中，使滑动臂对准“0”，用塞尺调整探头和倾斜转盘的间隙为 1.0mm (见图 5.9.7) 或等于探头特性曲线直线段的中点；
- b) 抽去塞尺，接好探头与前置放大器的连线，分别给仪表和转盘接通电源，仪表应指示零；
- c) 将转盘转速调整到额定转速；
- d) 调整探头卡套滑臂，增加转盘倾斜度，以提高转盘旋转时的振动值，使滑臂末端分别指示测量范围的 25%、50%、75%、100%，轴振动仪的指示与此相对应，允许误差为 $\pm 5\%$ ，否则应反复调整仪表的零位与范围。

5.9.8 报警及紧急停车参数的整定应符合下列规定：

- a) 调整探头间隙，使仪表指示零，仪表面板上的“OK”指示灯应亮；
- b) 分别按下仪表正负限报警试验按钮，旋转报警调整电位器，使指针指示工艺要求的正负限报警值，松开按钮，指针应回零；

- c) 分别按下仪表正负向紧急停车试验按钮，旋转仪表的调整电位器，使指针指示工艺要求的正、负向停车值，松开按钮，指针回零；
- d) 调整测微计，使探头间隙刚好超过报警值，报警黄灯应亮。再调整测微计，使探头与试片的间隙刚超过停车值，红灯应亮，负方向按照同样的方法试验，报警允许误差值为 $\pm 5\%$ 。

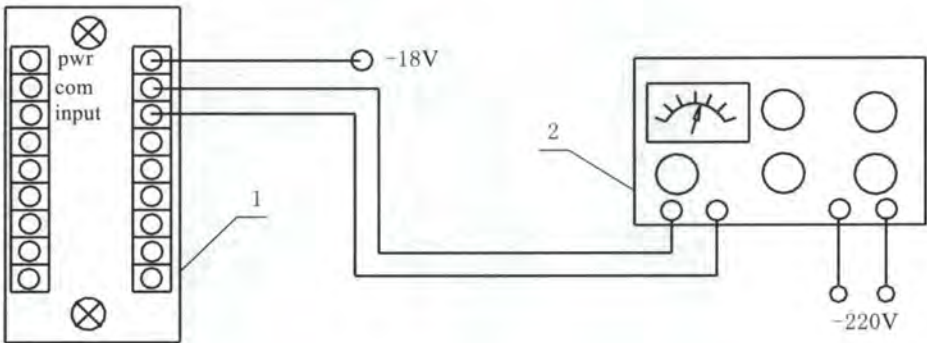


1—倾斜转盘；2—探头；3—卡套座；4—滑臂；5—前置放大器；6—轴振动监视仪

图 5.9.7 轴振动监视仪的校验接线

5.9.9 转速显示仪的校验可用低频信号发生器作为脉冲信号源，信号频率应在 0Hz~20000Hz 范围内可调，脉冲幅度应可调整，校验步骤如下：

- a) 根据机组提供的主、从齿轮的齿数，计算出对应的频率数，并调整好显示表的分频开关；
- b) 按图 5.9.9 连接线路；



1—转速显示仪；2—低频信号发生器

图 5.9.9 转速显示仪校验连接线路

- c) 送电前，将低频信号发生器的信号频率置于“0”，信号电压置于“0”，检查接线与电源无误后，分别接通电源；
- d) 把低频信号发生器的频率调整到 100Hz，旋转电压旋钮，逐渐提高信号电压，直到转速显示仪开始显示频率数字；
- e) 调整频率旋钮，使频率分别为被测机械最大额定转速的 0、25%、50%、75%、100%、120%，转速表的显示数值允许误差为仪表量程的 $\pm 0.2\%$ 。

5.9.10 磁致伸缩位移检测器应作传感器线性、重复性、分辨率试验：

- a) 传感器线性：在位移检测器测量范围内，分别每隔 5%FS 位移刻度记一组输出和 LCD 显示数据，位置磁铁相应移动，连续读取测量数据 20 组，将所得数据标在直角坐标图上，作出探头的位移-输出特性曲线，该曲线应为一线性段，其电压梯度应符合该仪表的技术要求；
- b) 分辨率测试：移动螺旋测微器±0.05%FS 位移刻度 mm，位移检测器 LCD 显示值应同样变化；
- c) 重复性试验：测微器在传感器的正反两个方向测量范围内来回移动，每隔5%FS 位移刻度 mm，读取 1 次正向测量和反向测量数值，计算正反方向测量的差值 $\Delta H \leq \pm 0.05\text{mm}$ 。

5.10 在线分析仪表

5.10.1 在线分析仪表应按产品技术文件进行校验。

5.10.2 热磁氧分析仪校验应通电恒温 24h，对电气单元检查。

5.10.3 氧化锆氧分析仪校验应先通电 2h，检测器开始预热升温，约 30min 温度升至锆头工作温度并恒定后，再调整功能键至“测量”位置，此时液晶显示器、状态指示灯均应正常。校验按下列步骤进行：

- a) 调整功能键至“维护”位置；
- b) 检查各项参数配置应符合工艺测量要求；
- c) 进行零点调整，将标准零点样气（含氧量为 1%）导入检测器内，调节流量至 0.6L/min，待流量指示稳定后，按零点调整键 1min 后，液晶显示器显示“1.00”；
- d) 量程调整：将标准量程样气（或氧浓度为 21%的仪表空气）导入检测器内，调节流量至 0.6L/min，待流量指示稳定后，按量程调整键 1min 后，液晶显示器显示量程气浓度；
- e) 分别检查 4mA~20mA 输出值。

5.10.4 微量氧分析仪校验应按下列步骤进行：

- a) 电解槽检测器槽内 KOH 溶液补充至适当液面；
- b) 打开工艺样气截止阀，调节流量至 400 mL/min；
- c) 检测器通电 24h，加热器送电恒温 45℃±10℃；
- d) 脱氧器用 N₂吹扫 15min，关闭工艺样气入口截止阀，通入零点 H₂，H₂压力调节至 0.1MPa；
- e) 进行零点校正；
- f) 进行量程校正；
- g) 用 H₂标定氧含量：调整功能按钮至“检查”位置，电解槽反应器导入标准样气，液晶显示电解电流值，按公式 10 换算氧含量值：

$$A = 12.75 \times \frac{273 + T}{FH_2} \times I \dots\dots\dots (5.10.4)$$

式中：

- A——氧含量，mg/L；
- T——反应温度，℃；
- FH₂——标准气流量，mL/min；
- I——电解电流 mA。

h) 利用电解电流值也可按表 5.10.4-1 和表 5.10.4-2 对标准氧含量取值。

表 5.10.4-1 电解电流参数与标准氧气含量取值（0~10）mg/L

电解电流/mA	0	2	4	6	8	10
标准 O ₂ 含量/(mg/L)	0	2.1	4.1	6.08	8.02	10

表 5.10.4-2 电解电流参数与标准氧气含量取值 (0~100) mg/L

电解电流/mA	0	20	40	60	80	100
标准 O ₂ 含量/(mg/L)	0	22.5	43.5	63	81.8	100

5.10.5 红外线气体分析器应在送电达到恒温后,再打开切换开关进行下述调整:

- 将切换开关置于“振荡调整”位置,指针在 0~100%范围内移动为正常,然后旋转调整旋钮,使指针指示红色标记处;
- 把切换开关切到“振荡检查”位置,指针应仍在红色标记处;
- 重复本条 a)、b) 项个步骤;
- 将切换开关切到“测量”位置,通入标准样气,进行零点和量程调整。

5.10.6 pH 转换器在模拟校验后,配制好的 pH7、pH4、pH9 三种标准溶液按照下列方法进行标定:

- 将电极放入 pH7 中,待 5min 之后,调整组合电位器,输出对应的毫安值,指示为 pH7;
- 将电极放入蒸馏水中清洗,用滤纸吸去电极上的水,再放入 pH4 或 pH9 溶液中,待 5min 后,应输出对应的毫安值,指示为 pH4 或 pH9,否则应调整量程;
- 按 a)、b) 两过程反复调整、直至标定完毕。

5.10.7 氧分析仪校验时,先用零点样气导入测量池 10min~15min 进行充分置换后,再对分析仪通电预热 10min,按下列步骤进行校验:

- 零点调整:导入零点样气,调节流量至 500mL/min。调整分析仪上零点电位器,使液晶显示器显示 0.00,并检查输出信号应为 $4\text{mA} \pm 0.2\text{mA}$;
- 量程调整:导入满度样气,调节流量至 500mL/min 稳定后,调整灵敏度电位器,使液晶显示器显示 100,并检查输出信号应为 $20\text{mA} \pm 0.2\text{mA}$ 。

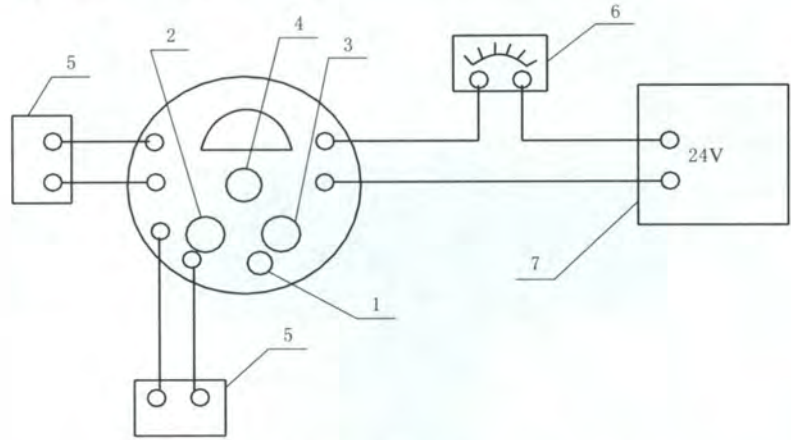
5.10.8 粘度分析仪、干点分析仪校验时,采用运行动态标定法:

- 启动采样预处理系统,加热恒温系统,计量系统、检测系统、指示记录系统,并恒温 24h;
- 采集样品不少于 3 组,按 GB/T 255 的规定作平行样品分析;
- 校正指示仪表恒差值。

5.10.9 可燃气体或有毒气体检测器应在送电后进行下列检查和调整:

- 断开任意一根连线,仪表应发出声光报警信号;
- 按下报警试验按钮,仪表应指示报警刻度处;
- 气体检测器应用标准样气标定,标准样气中被测气体含量应在仪表测定范围内,并在报警值以上;
- 多点式报警控制器应相对独立,并能区分和识别报警场所位号;
- 报警设定值应根据下列规定确定:
 - 可燃气体报警(高限)设定值 $\leq 25\% \text{LEL}$;
 - 有毒气体的报警设定值 $\leq 1 \text{TLV}$;
- 指示误差和报警误差应符合下列规定:
 - 可燃气体的指示误差:指示范围为 0~100%LEL 时, $\pm 5\% \text{LEL}$;
 - 有毒气体的指示误差:指示范围为 0~3TLV 时, $\pm 10\%$ 指示值;
 - 可燃气体的报警误差: $\pm 25\%$ 设定值以内;
 - 有毒气体的报警误差: $\pm 25\%$ 设定值以内;
- 检测报警响应时间应符合下列规定:
 - 可燃气体检测报警:扩散式小于 30s,吸入式小于 20s;
 - 有毒气体检测报警:扩散式小于 60s,吸入式小于 30s。

5.10.10 电导仪可采用电阻模拟法校验,按图 5.10.10 接线,其中一个电阻箱模拟温度补偿器,另一个电阻箱模拟电导率。现场校验时,应将电极浸泡在标准电导液中校验指示刻度,标准电导液不应少于两种。电极从前一种液体移置于后一种液体之前,应用蒸馏水浸泡多次,并用滤纸吸干液体。按下“检查”按钮,内装指示器应指示 80%。



1—检查按钮; 2—零点调整器; 3—范围调整器; 4—电导池常数补偿器;
5—电阻箱; 6—电流表; 7—晶体管稳压电源

图 5.10.10 电导仪变送器校验示意

5.10.11 pH 转换器可采用 pH 值校验器校验。如没有专用仪器时,可用电阻箱代替温度补偿电阻。 0°C 时的热敏电阻为 35.8Ω ,用毫伏发生器配数字电压表代替电极系统。pH 转换器在模拟校验后,应用配制好的 pH7、pH4、pH9 三种标准溶液进行标定。

5.10.12 工业色谱分析仪检查、校验应按照产品技术文件进行,对热导型(TCD)、氢火焰离子型(FID)工业色谱分析仪可按下述步骤进行检验:

- a) 启动预处理系统:
 - 1) 通入吹洗气,流量调整至满量程的 50%;
 - 2) 通入载气,流量调整至规定值;
 - 3) 打开分析器加热开关,预热 8h,至温度恒定(根据工艺条件设定温度);
- b) 检查参数设置:
 - 1) 操作功能键切换至维护位置;
 - 2) 利用分析仪打印输出系统,打印组份汇总表、顺控程序、色谱表,并与设计、工艺参数对照、修正,或直接从液晶显示屏上读出、记录;
- c) 检测器投入:
 - 1) 调整功能键切换至手动位置;
 - 2) 对于 TCD 检测器,接通电源后,操作零点校正键,信息处理器、记录仪应复位。检查电源指示并按表 5.10.12 的规定取值;

表 5.10.12 检测器参数

载气	H_2	H_2+He	H_2	空气
电流/mA	300	300	140	120

- 3) 对于 FID 检测器, 应通入燃烧 H_2 和助燃空气, 调整到操作条件所规定的压力值, 按下点火按钮 5s~10s, 观察记录仪指针应有明显偏转;
 - 4) 零点校正: 调整功能键切换至维护位置, 按零点校正键, 自动回零;
 - d) 标准气(液)样品校正:
 - 1) 打开标准气(液)钢瓶, 调整压力为 0.1MPa;
 - 2) 打开分析仪内标准样入口阀, 并打开旁通阀, 置换 10s~30s;
 - 3) 调整功能键切换至手动, 检查平衡阀、采样阀、反吹阀动作情况, 操作检查键、校正键;
 - 4) 调整功能键切换至运行方式, 系统进入自动分析状态, 一个分析周期结束后, 打印出组份浓度值与标准样比较;
 - 5) 重复本项 1)~4) 步骤 3 次~5 次, 校正工作结束。
- 5.10.13 密度计的调试, 按下列步骤进行校验:
- a) 信号转换器配置检查;
 - b) 密度传感器检查, 标准空气参考密度校验;
 - c) 流体密度计取样法校验;
 - d) 标准密度计法校验。
- 5.10.14 光学界面仪调试可按下列步骤检验:
- a) 电流信号线性设定: 取两种不同体介质分别置于遮光容器内, 将探头感测器与液体充分接触(为避免不同介质之间的相互影响, 每次测试前需用柔软物品擦拭感测器);
 - b) 用万用表直流电压档测量出各液态介质通过界面仪转换后的电压值(注意极性), 并做好记录;
 - c) 通过计算得出各介质对应 4mA~20mA 线性信号输出; 并以此判断介质;
 - d) 调用组态软件输入计算后的低端和高端电压值和输入输出百分数; 测试输出信号应成线性; 将探头感测器与被测液体充分接触, 确定线性化后的电流输出应与被测介质相对应。
- 5.11 可编程调节器及智能控制仪表
- 5.11.1 可编程调节器及智能控制仪表进行调试前, 应作通电检查。备用电源、保护电池以及调节器液晶显示面板、发光二极管及其他状态指示信号灯应能正常工作。
- 5.11.2 启动自诊断测试功能, 并检测通过, 使用内置或外置编程器、通讯器、PC 机、调用系统功能菜单, 检查仪表的在线、离线测试功能、组态功能、存储功能。
- 5.11.3 检查制造厂设置的缺省参数值, 应按设计、工艺操作要求进行确认和修改, 并按下列要求检查:
- a) 检查仪表的操作员级参数设置, 记录设定后的参数值填入智能仪表功能参数检查记录表中;
 - b) 检查仪表的班长级参数设置, 记录设定后的参数值填入智能仪表功能参数检查记录表中;
 - c) 检查仪表的组态级参数设置, 记录设定后的参数值填入智能仪表功能参数检查记录表中。
- 5.11.4 可编程调节器及带微处理器(CPU)智能控制仪表的控制功能及程序检查应先检查功能模块之间的软连接应正确, 记录功能模块连接图, 编制并输入相应的程序, 然后调试程序并将所输入的程序填入智能仪表功能模块记录表中和智能仪表程序设置检查记录表中。
- 5.11.5 带微处理器(CPU)的智能温度调节器进行精度校验应符合下列规定:
- a) 仪表上电检查: PV/SV/OUT 数码显示窗口正常, 各类 LED 指示灯(报警、手/自动、输出)显示正确;
 - b) 输入(PV)值组态与校验: 按设计和工艺要求确认输入规格为热电阻或热电偶或线性信号。沿增大及减小方向施加测量范围的 0、25%、50%、75%、100% 的模拟信号, A/D 转换误差应不大于仪表精度的允许误差, 变差应小于仪表基本误差的绝对值。响应时间 $\leq 0.5s$ 。同时作 PV

值报警试验;

- c) 内/外给定 (SV) 值与测量 (PV) 值的偏差报警试验, 设置 $SV=50\%FS$, 回差值 $=SV\pm\delta$, 沿增大及减小方向施加测量值, 当 $PV\neq SV\pm\delta$ 时报警, 当 $PV=SV\pm\delta$ 时报警取消, 根据工艺要求设置偏差值, 宜取 $\delta=0\sim5\%FS$ °C 以内;
- d) 位置调节方式控制回差 (滞后输出) 试验, 设置调节器为反作用, 设定控制滞后周期为 $SV\pm0\sim5\%FS$ °C, 输入一个模拟工艺温度信号 (PV 值), 当 PV 值 $\leq SV\pm0\sim5\%FS$ °C 时, 控制输出为 “1” (继电器输出接点闭合) 或 “加热”; 当 PV 值 $> SV\pm0\sim5\%FS$ °C 时, 控制输出为 “0” (继电器输出接点断开) 或 “停止加热”;
- e) 自整定调节方式控制实验, 分别输入不同 PV 值, $PV\neq SV$, 启动自整定功能, 调整内给定 SV 值, 当 $PV=SV$ 时, 自整定结束, 分别得到不同 PID 参数;
- f) 手动/自动无扰动切换试验, 输入 PV 值, $PV\neq SV$, 调整内给定 SV 值, 当 $PV=SV$ 时, 调节器分别置于 “手动/自动” 位置, 测量调节器输出值保持不变;
- g) 控制输出限幅试验, 任意设置输出高低限幅, $OUTH/OUTL=0\sim110\%FS$, 将调节器输出端接入调节器输入端成闭环回路, 设置调节器为反作用, 手动调整给定 (SV) 值, $SV\leq 0\sim110\%FS$;
- h) 常规 PID 试验符合本规程第 5.7.5 条规定;
- i) 短路电平 (SSR) 控制输出试验, 电平输出功率符合驱动控制对象固态继电器的要求;
- j) 单向可控硅过零/移相触发脉冲 (SSC) 控制输出试验, 设置调节器为 “手动”, 增加或减少输出值, 测试负载可控硅的导通角或通、断;
- k) 其他组态参数检查确认, 加热器/控制环线断线报警, PV 值修正, 阻尼系数, 变送输出精度, 定时器, 内/外热电偶冷端补偿等;
- l) MODBUS 通讯数据: 通讯协议、串接口、波特率、奇偶校验位、通讯地址等。

5.12 现场总线仪表

5.12.1 基金会总线协议 (FF) 仪表进行精度校验应符合下列规定:

- a) 根据 AI (AO、PID) 功能块和转换块的工艺需要, 确认量程和工程单位设置正确;
- b) 确认 FF 仪表设备相关的 DCS 操作画面、图形、趋势中刻度和工程单位组态正确, 并且一致;
- c) 变送器侧施加模拟过程变量信号 $0\sim100\%$ 并确认其正确性;
- d) 检查 AI (AO、PID) 功能块中 PV 值域中过程变量显示正确;
- e) 操作画面中 PV 值组态显示相同的数值;
- f) 历史趋势中 PV 值组态显示相同的数值;
- g) 当过程变量值超过量程时, 确认操作站/工程师站出现报警;
- h) 将仪表原有信息存入现场通讯器的寄存器;
- i) 如果有多个过程变量输入, 则需对每个参数进行单独检查;
- j) 记录参数设置、组态设置填入仪表功能参数记录表中;
- k) 运行现场通讯器 “校验” 和 “传感器校正” 功能, 并对其进行精度校验。输出为仪表设备 LCD 显示和现场通讯器显示。

5.12.2 选择现场通讯器运行诊断功能, 查看 FF 设备诊断结果:

- a) 噪声电平 $<100mV$;
- b) 网段供电电源: $22VDC\pm5\%$;
- c) 信号电平 $150mV\sim700mV$ 。

5.12.3 协议工业实时以太网仪表 (EPA)

- a) 本质安全仪表接线检查, EPA 设备的三个独立通道分别接入三个安全栅连接交换机, 校验电源、TX、RX 三组接线;

- b) EPA 网络供电检查, 供电的电压在 22.8V 到 35V, 电流小于 0.2A;
- c) EPA 智能仪表应作精度校验。

6 仪表设备安装

6.1 一般规定

6.1.1 仪表设备安装前, 应按详细工程设计文件仔细核对其位号、型号、规格、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。

6.1.2 仪表设备安装前应按本规程第 5 章的规定进行单体调校和试验。设计文件规定需要脱脂的仪表, 应脱脂合格后安装。

6.1.3 现场仪表的安装应符合下列要求:

- a) 光线充足, 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) 仪表不应安装在有振动、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位置;
- d) 需要安装测量管道的仪表设备应尽量靠近取压点;
- e) 集中或成排安装的仪表, 应布置整齐、美观;
- f) 检测元件应安装在能真实反映输入变量的位置。

6.1.4 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。

6.1.5 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。

6.1.6 直接安装在工艺设备和管道上的仪表所用的安装材料应符合设计文件要求。设计文件无具体要求时, 应不低于所安装的工艺设备和管道的等级。

6.1.7 直接安装在工艺管道上的阀门或测量元件, 在管道吹洗时应将其拆下并采用保护措施, 待吹洗完成后再重新安装, 仪表外壳上的箭头指向应与管道介质流向一致。

6.1.8 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, 并防止机械拉伤。毛细管固定时不应敲打, 弯曲半径不应小于 50mm。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。

6.1.9 仪表设备上接线引入口不应朝上, 当不可避免时, 应采取密封措施。

6.1.10 对有特殊要求的仪表设备, 应严格按产品技术文件的规定进行。

6.1.11 现场仪表安装就位后应采取防护措施, 管道吹洗时拆下的仪表应采取保护措施, 防止损伤仪表。

6.1.12 对仪表和仪表电源设备进行绝缘电阻测量时, 应有防止仪表设备被损坏的措施。

6.1.13 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。

6.2 仪表盘、柜、箱和操作台安装

6.2.1 控制室内仪表盘、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。

6.2.2 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。

6.2.3 成排的仪表盘、柜、箱和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, 且全长误差不应超过 5mm。

6.2.4 型钢底座制成后应进行除锈、防腐处理。

6.2.5 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, 其上表面应高出地面, 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, 且不应超过 5mm;

6.2.6 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。

6.2.7 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。

6.2.8 单个安装的仪表盘、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。

6.2.9 成排的仪表盘、箱、柜、操作台的安装，除应符合本规程 6.2.8 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。

6.2.10 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。

6.2.11 仪表盘、箱、柜、操作台在搬运和安装过程中，应防止变形和表面油漆损伤。安装及加工过程中不得使用气焊。

6.3 就地仪表盘、箱安装

6.3.1 就地仪表盘、箱、保温（护）箱的安装位置，应符合设计文件要求。

6.3.2 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箱，应按设计文件检查确认其密封性和防爆性能满足使用要求。

6.3.3 在振动场所安装的仪表盘（箱）应采取防振措施。

6.3.4 仪表箱、保温（护）箱的安装应符合下列规定：

- a) 固定牢固；
- b) 垂直度允许偏差为 3mm，当箱的高度大于 1.2m 时，垂直度允许偏差为 4mm；
- c) 水平度允许偏差为 3mm；
- d) 保温（护）箱底距地面或操作平面宜为 600mm，表箱支架应牢固可靠，并应作防腐处理；
- e) 成排安装时应整齐美观。

6.3.5 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。

6.4 温度仪表安装

6.4.1 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准确反映被测介质温度的位置。

6.4.2 双金属温度计安装时，刻度盘面应便于观察。

6.4.3 表面温度计的感温面应与被测对象表面紧密接触，固定牢固。

6.4.4 压力式温度计安装时，应使温包全部浸入被测介质中。

6.4.5 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。

6.4.6 插入深度应符合附录 C。

6.4.7 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，应有防弯曲措施。

6.4.8 热电偶应用相应分度号的补偿导线。

6.5 压力仪表安装

6.5.1 安装在高压设备和管道上的压力表，如在操作岗位附近，安装高度宜距地面 1.8m 以上，否则应在仪表正面加保护罩。

6.5.2 被测介质压力波动大时, 压力仪表应采取缓冲措施。

6.5.3 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) 测量气体压力时, 压力仪表宜高于取压点;
- b) 测量液体或蒸汽压力时, 压力仪表宜低于取压点。

6.6 流量仪表安装

6.6.1 差压流量测量节流装置以及流量计应安装在被测介质完全充满的管道上, 直管段符合附录D 要求。

6.6.2 对于选型要求垂直安装的转子流量计应安装在振动较小的垂直管道上, 且管道的应力不应作用在仪表上, 垂直度允许偏差为 2mm/m , 被测介质的流向应自下而上, 上游直管段的长度应大于 5 倍工艺管道内径。

6.6.3 涡轮流量计应安装在振动较小的水平管道上, 上、下游直管段的长度应符合设计文件及产品技术文件要求, 前置放大器与变送器间的距离不宜大于 3m 。

6.6.4 电磁流量计(变送器)可安装在不含气体的水平管道或垂直管道上, 并应符合下列规定:

- a) 传感器安装在垂直管道上时, 被测介质的流向应自下而上; 在水平的管道上安装时, 不应安装在工艺管路最高水平管段上, 选择充满液体的直管段上, 两个测量电极不应在管道的正上方和正下方位置, 两电极连线应处于水平状态;
- b) 流量计上、下游直管段的长度应符合设计文件和产品技术文件的要求, 如无要求可按上游直管段大于 5 倍工艺管道内径 ($5D$), 下游直管段大于 3 倍工艺管道内径 ($3D$);
- c) 流量计外壳、被测介质及工艺管道三者应用接地环作等电位连接, 并接地良好, 分体式变送器安装距离传感器筒体不应大于 20m ;
- d) 当管道公称直径大于 $DN300$ 时, 应加专用支撑, 法兰连接螺栓均匀拧紧。

6.6.5 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水平管道上, 计数器可旋转 90° 或 180° 安装便于读数; 刮板流量计应安装在水平管道上, 计数器的数字应处于垂直位置;
- b) 流量表体上流向标记应与管道介质流向一致;
- 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。

6.6.6 质量流量计安装应符合下列规定:

- a) 安装在振动场所的流量计, 流量计应安装在水平管道上, 矩型箱体管、U 型箱体管应处于垂直平面内, 且工艺介质为气体时, 箱体管应处于工艺管道的上方, 工艺介质为液体时, 箱体管应处于工艺管道的下方;
- b) 流量计的转换器应安装在不受振动、常温、干燥的环境中, 就地安装的转换器宜装保护箱;

6.6.7 靶式流量计的靶板中心应与管道轴线同心, 靶面应迎着介质流向且与管道轴线垂直, 上、下游直管段的长度应符合设计文件要求。

6.6.8 涡街流量计应安装在无振动的管道上。上、下游直管段的长度应符合设计文件要求, 管道内壁应光滑。放大器与流量计分开安装时, 两者之间的距离不宜大于 20m , 其信号线宜使用厂家专用电缆。

6.6.9 超声波流量计外夹装式换能器的安装应符合下列规定:

- a) 换能器安装在 45° 的范围内, 如图 6.6.9-1 所示。
- b) 测量液体时安装位置应充满液体;
- c) 上下游应有必要的直管段;
- d) 换能器安装处的壁面打磨干净。避免局部凹陷, 凸出物修平, 漆锈层磨净;
- e) 对于垂直设置的管道, 若为单声道传播时间法仪表, 换能器的安装位置应固定在上游弯管的弯曲半径平面内, 如图 6.6.9-2;

f) 换能器安装处和管壁反射处应避开口和焊缝，如图 6.6.9-3。

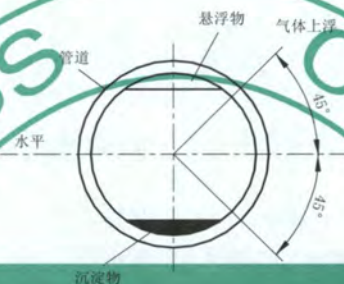


图 6.6.9-1 水平管传感器安装位置

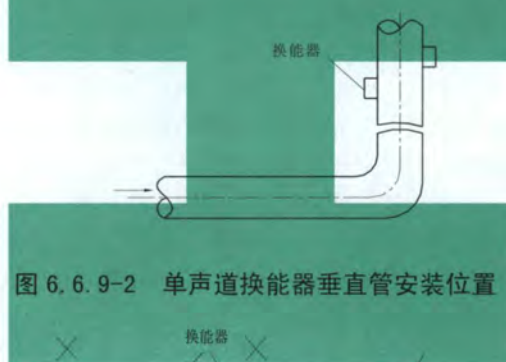


图 6.6.9-2 单声道换能器垂直管安装位置

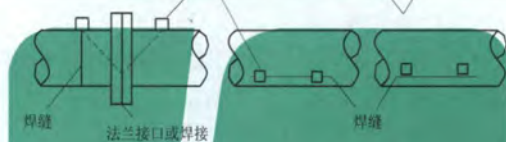


图 6.6.9-3 避开口和焊缝示意

6.6.10 孔板、喷嘴和文丘里管等节流装置，安装前应进行外观及尺寸检查，孔板、喷嘴入口边缘及内壁应光滑无毛刺，无划痕及可见损伤，并测量验证其制造尺寸应符合设计文件和制造标准的规定。

6.6.11 孔板、喷嘴、文丘里管的安装应符合下列规定：

- 节流件应在管道吹洗后安装；
- 应按孔板标识、流向安装；
- 按本规程 5.4 条的规定，检查直管段长度、同轴、同心度，并应符合要求；
- 安装节流件的密封垫片的内径不应小于管道的内径，夹紧后不得突入管道内壁。

6.6.12 差压计或差压变送器的正、负压室应与孔板、喷嘴上的正、负符号相对应，安装位置还应符合下列规定：

- 测量气体压力时，差压计或差压变送器宜高于取压点；
- 测量液体或蒸汽压力时，差压计或差压变送器宜低于取压点。

6.6.13 阿纽巴流量计安装应符合下列规定：

- 阿纽巴流量计应按产品标识安装；
- 阿纽巴取源部件的轴线应与管道轴线垂直相交；
- 阿纽巴流量计两侧直管段长度应符合设计文件的要求。

6.6.14 需加前、后直管段的流量仪表，直管段口径应与流量仪表口径一致。

6.7 物位仪表安装

6.7.1 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 。

6.7.2 钢带液面计安装浮子的导向钢丝应安装牢固、垂直拉紧，不得扭曲或打结。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 。

6.7.3 超声波物位计安装时，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。

6.7.4 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，一般插入容器 $30\text{mm}\sim 50\text{mm}$ 。

6.7.5 物位开关应安装牢固，浮子活动自如。

6.7.6 玻璃板液面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。液面计安装应垂直，其垂直度允许偏差为 5mm/m 。

6.7.7 安装玻璃管液面计时，填料应用扳手轻轻拧紧，防止玻璃管碎裂。

6.7.8 料位计的探测器应安装在便于维修和易于移动的位置，同时应远离下落物料或加保护罩。探测器与转换器间的接线应采用屏蔽导线。

6.7.9 用引压式差压变送器测量液位时，其安装高度不应高于下部取压口，但用毛细管双法兰式差压变送器、吹气法及利用低沸点液体汽化传递压力的方法测量液位时可不受此限。

6.7.10 磁致伸缩液位计的安装应符合下列要求：

- a) 测杆末端距罐底 $0.5\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ，防止测杆弯曲；
- b) 勿使探棒的电子仓端和末端承受大的冲击；
- c) 取下测量孔处的法兰，将杆拧入安装法兰，将液面浮子、界面浮子定位环和卡臂依次装到测杆上插入罐测量孔，用安装螺栓连接安装法兰。

6.7.11 光学界面仪（见图 6.7.11）的安装应符合下列要求：

- a) 计算插入管壁深度：探头插入深度末端应与管壁平齐，防止通球碰伤探头，不应凹进管壁，探头与流动液态介质应充分接触；

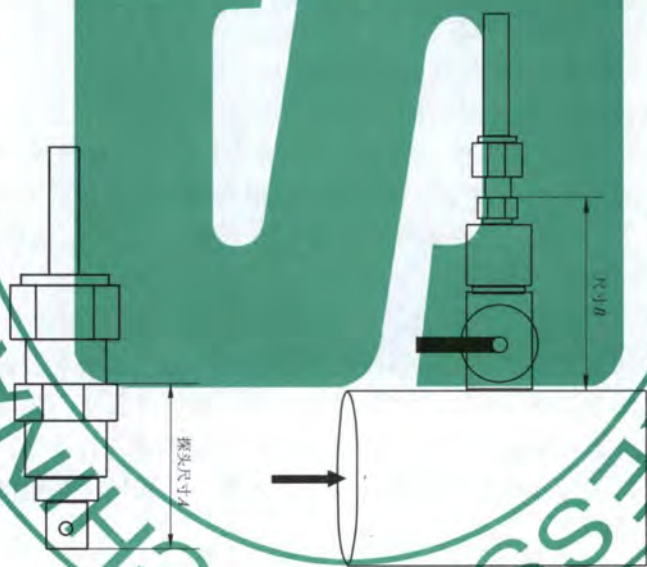


图 6.7.11 光学界面仪的安装

- b) 插入深度应按公式 6.7.11 计算：

$$L = B - A + t \quad \dots\dots\dots (6.7.11)$$

式中：

L ——插入深度，mm；

A ——可测量长度，mm；

B ——可测量长度，mm；

t ——管壁厚度，mm。

6.7.12 放射性物位计的安装应符合下列规定：

- 安装前应根据产品技术文件制定具体的安装方案；
- 安装中的安全防护措施应符合现行的国家标准 GB 4792 的规定；
- 安装工作应由经过放射源安全防护知识培训的人员专职负责；
- 安装现场应有明显的警戒标志。

6.7.13 电阻应变式称重仪和称重式物位计的安装应符合下列规定：

- 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；
- 负荷传感器的安装呈垂直状态，保证传感器的主轴线与加荷轴线相重合，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；
- 称重容器与外部的连接应为软连接；
- 传感器的支承面及地面均应平滑。

6.8 在线分析及气体检测仪表安装

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

6.8.2 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份的处理系统。

6.8.3 分析仪和取样系统的安装位置应尽量靠近取样点。

6.8.4 分析小屋安装应符合本规程第 6.3 条的规定，并应符合下列规定：

- 配备通风、换气、空气过滤、报警装置可定时工作，保持室内空气新鲜；
- 样品预处理器、载气、标准气、零点/量程气、驱动气安装固定室外，取样器、前置减压系统就近安装在工艺管线附近；
- 接地应符合本规程 9.3.1 条的规定。

6.8.5 气体检测器宜安装在无冲击、无振动、无强电磁场干扰的场所。

6.8.6 可燃气体或有毒气体的检测器探头的安装高度应根据所测气体密度确定，用于检测密度大于 0.97kg/m^3 （标准状态下空气）的气体检测器应安装在距地坪（或楼地板） $0.3\text{m}\sim 0.6\text{m}$ 的位置；用于检测密度小于 0.97kg/m^3 （标准状态下空气）的气体检测器应安装在可能泄漏区域的上方位置，其安装高度宜高出释放源 $0.5\text{m}\sim 2\text{m}$ ，水平距离释放源宜小于等于 5m 或根据设计文件要求确定。

6.8.7 液体密度计的安装应符合下列要求：

- 机械安装：密度计可以任意角度安装，对于高速连续流（ $2000\text{L/h}\sim 3000\text{L/h}$ ），在选择安装位置时，相关的管线连接以达到最大限度的减少压力和温度损失的目的。安装完成后，要对密度计及其相连接的管道进行压力试验，试验压力为最大工作压力的 1.5 倍；
- 电气安装接地：放大器安装表面上的接地片应与传感器外壳良好接地，传感器可以通过管道接地。传感器的外部接地点在放大器接线盒中。电源负端接地应在电源侧或在安全栅一侧；
- 应避免强烈机械震动；
- 不得调整爆裂盘。

6.9 机械量检测仪表安装

6.9.1 测量位移、振动、速度等机械量的仪表安装应符合下列规定：

- 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，探头的定位应按产品技术文件和机械设备制造厂技术文件的要求确定和固定；

- b) 测量探头与前置放大器间的连接应用专用同轴电缆, 该同轴电缆的阻抗应与前置放大器和探头相匹配。

6.9.2 测力仪表的安装应使被测力均匀作用到传感器受力面上。

6.9.3 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。

6.10 执行器安装

6.10.1 执行器的机械传动应平稳、灵活、无松动和卡涩等现象。

6.10.2 执行机构应固定牢固, 操作时无晃动, 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。

6.10.3 带定位器的控制阀, 应将定位器固定在控制阀支架上, 并便于观察和维修。定位器的反馈连杆与控制阀阀杆接触应紧密, 连接应牢固。

6.10.4 执行器输出轴与阀体(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, 不可松动。

6.10.5 气动及液动执行机构的信号管应有足够的伸缩余量, 使其不妨碍执行机构的动作。

7 综合控制系统的安装与调试

7.1 一般规定

7.1.1 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, 并符合本规程 6.2.5 条的要求;
- b) 室内装饰工程已施工完毕, 室内杂物清理干净;
- c) 空调系统安装调试完毕, 已处于正常运转状态, 室内温度、湿度均达到系统要求;
- d) 室内照明已全部施工完毕, 投入正常运行;
- e) 接地极及接地系统总线已施工完毕, 接地电阻符合设计文件规定;
- f) 控制室已具备封闭式管理条件, 室内附属公用设施已完备;
- g) 卫生清扫工具、吸尘器、灭火器具及防鼠器具等已准备就绪。

7.1.2 对综合控制系统机柜组件及配线进行检查时, 应确认盘内所有的接线符合设计文件及制造厂有关图纸的要求。

7.1.3 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。

7.1.4 综合控制系统电缆敷设应按下列要求进行:

- a) 随机电缆(系统电缆)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) 随机电缆(系统电缆)的外部绝缘层应无损坏, 绝缘电阻符合制造厂标准;
- c) 系统模件之间、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;
- d) 控制系统网络等专用通讯电缆走向原则上应设置单独槽盒, 不宜和电源、信号线走在一起;
- e) 带螺丝接头的通讯电缆连接应使用专用工具, 不得采用常规的扳手。

7.1.5 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。

7.1.6 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, 并检查电源极性的正确性, 电源电压等级和波纹系数应符合产品技术文件和设计文件要求。

7.1.7 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。

7.1.8 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。

7.1.9 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洗各类卡件及设备,操作者应采取防静电措施。

7.1.10 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。

7.1.11 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。

7.1.12 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/连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。

7.2 安装

7.2.1 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。

7.2.2 在设备吊装与搬运过程中,应保持平稳。

7.2.3 开箱检验应在制造厂商代表在场的情况下会同监理、建设单位代表共同进行,检验后应签署检验记录。

7.2.4 设备开箱前,检查包装完整。开箱检查除应符合本规程 4.3 条的要求外,还应检查内包装应无破损、积水,防潮、防水及防震等措施应齐备,防倾斜、防振动标志应正常。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。

7.2.5 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。

7.2.6 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,软件媒体外包装应完好无损。

7.2.7 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。

7.2.8 系统上电前应由监理组织施工单位、建设单位、设计单位代表和制造厂商代表等有关人员,对系统的安装、电源、接地、系统电缆及配线进行检查确认。系统上电前应具备下列条件:

- a) 有关仪表电缆,电气电缆均已安装、检查合格;
- b) 已制订详细的调试计划、调试步骤和调试报告格式;
- c) 有关电气专业的设备已具备接受和输出信号的条件;
- d) 有关 PLC 和 SIS 系统的现场检测仪表和执行机构已安装调试合格;
- e) 有关工艺参数的整定值均已确认。

7.3 分散控制系统 (DCS) 调试

7.3.1 对 DCS 配电盘进行检查时应确认下列内容:

- a) 确认配电盘内空气开关置于“OFF”状态;
- b) 确认空气开关铭牌、位号;
- c) 确认全部机柜、操作站内的电源开关置于“OFF”状态;
- d) 确认 a)、b)、c) 完成后,分别将配电盘内空气开关置于“ON”状态,同时确认相应的设备电源开关为“ON”状态;
- e) 在每一路电源开关送电前,应用万用表测量该路电源电压满足要求。

7.3.2 DCS 设备性能检查应符合下列规定:

- a) 所有相关的 DCS 硬件设备、电源开关置于“ON”状态;
- b) 从工程师站下装系统软件、应用软件及数据库;
- c) 启动操作站,确认系统正常;
- d) 向各台设备下装系统软件及数据库文件,启动局域控制网络上的全部节点,并确认系统状态

显示正常；

e) 系统启动检查应符合下列要求：

- 1) 对于系统，应用列表命令确认、显示硬盘子目录所有文件；
- 2) 对于节点，应在系统状态显示画面上，确认各局域控制网络上的节点显示正确；
- 3) 对于控制站，应在组显示或细目显示画面上，确认各控制站显示正确；
- 4) 对于操作站，应确认图形显示（流程图）、组显示、趋势显示、细目显示、报警总貌显示；
- 5) 对于打印机，应按打印键，确认能打印一屏画面；
- 6) 对于冗余电源，应分别切换，确认系统运行正常。

7.3.3 网络通讯试验应符合下列要求：

- a) 在系统状态显示画面上，确认全部网络通道节点状态 OK；
- b) 在系统状态显示画面上，确认网络通道的 A 与 B 电缆状态显示为绿色；
- c) 除去电缆 A 或接线端子，检查电缆 B 应能正确切换，电缆 A 颜色同时变成黄色，且不影响网络通道正常运行；
- d) 恢复网络通道的 A 电缆，用同样的方法检查 B 电缆。

7.3.4 控制站冗余试验应符合下列要求：

- a) 在操作台上调出系统状态显示画面，确认控制站状态应正常（OK），在另一操作台上调入一组显示画面且含有同一位号，输入 4mA~20mA 信号于该位号，记录测量值（PV）、给定值（SP）和输出值（OP）值；
- b) 将主控制站电源开关置于“OFF”状态，确认冗余的控制站应自动投入控制运行，且 PV、SP 和 OP 值应保持不变；
- c) 主控制站电源开关恢复“ON”状态，再确认 PV、SP 和 OP 值应不变；
- d) 对冗余控制站重复步骤 a)~c)，其结果应与主控制站相同。

7.3.5 冗余控制站的 I/O 卡试验应符合下列要求：

- a) 在操作站上调出控制站细目显示画面，确认全部 I/O 卡件状态应正常（OK），在另一个操作站上调出一组画面且含有同一位号，输入 4mA~20mA 信号给该位号，记录 PV、SP 和 OP 值；
- b) 将主控制站的 I/O 卡电源开关分别置于“OFF”状态，确认冗余控制站 I/O 卡应自动投入控制运行，控制站细目显示画面状态正确，确认其 PV、SP 和 OP 值应保持不变；
- c) 主控制站的 I/O 卡电源重新置于“ON”状态，再确认 PV、SP 和 OP 应值保持不变；
- d) 重复步骤 a)~b)，对冗余控制站全部 I/O 卡作切换试验。

7.3.6 操作站、工作站功能试验，应显示下列画面：

- a) 总貌图；
- b) 分组图；
- c) 回路图；
- d) 报警概述；
- e) 实施趋势；
- f) 历史趋势；
- g) 事件记录；
- h) 系统状态和概貌；
- i) 诊断；
- j) 点细貌。

7.3.7 系统组态检查应根据回路组态文件，逻辑组态文件，先进控制组态文件，对 DCS 进行检验：

- a) 区域名组态，确认区域名显示屏全部工序名称；

- b) 单元名组态, 确认单元显示屏全部单元名称;
- c) 单元/区域控制盘面, 确认单元号, 控制画面上的单元分配显示;
- d) 网络通道节点地址的分配, 在系统状态画面显示中, 确认每个节点地址;
- e) 控制站 I/O 卡的分配, 在系统状态画面中的卡排列显示, 确认控制站 I/O 卡的分配地址。

7.3.8 DCS 回路试验应根据 DCS 回路图或接线图, 检查输入点、输出点、控制点、运算点在控制站中的运行状态。同时检查细目显示、组显示、流程图显示和报警汇总显示。检测步骤如下:

- a) 检测回路-模拟输入按下述要求进行:
 - 1) 输入 (4~20) mA DC 信号至相应位号的模拟输入卡;
 - 2) 增大、减小输入信号, 确认在细目显示、组显示、流程图中 PV 值响应;
 - 3) 确认细目显示上的该回路信号描述;
 - 4) 确认细目显示上的该回路量程;
 - 5) 输入信号高、低报警值, 确认流程图显示画面上 PV 值变化及颜色变化;
 - 6) 输入超量程信号和切断输入信号, 确认在流程图画面上 PV 值有非正常状态信息。确认在报警总貌画面上的报警信息和报警打印机的打印结果, 同时确认报警笛音响效果;
 - 7) 对于带选择开关的回路的点检查, 重复上述步骤;
- b) 检测回路-数字输入按下述要求进行:
 - 1) 输入 ON-OFF 开关信号至相应位号的数字输入卡;
 - 2) 在该试验回路显示的细目画面上, 确认仪表位号的描述;
 - 3) 改变输入状态, 在流程图画面上确认颜色、符号的变化;
 - 4) 当该点组态为事故报警方式时, 在事故报警画面上确认显示事故报警记录;
 - 5) 对于带预选开关回路的点检查, 重复上述步骤;
- c) 单回路控制检查按下述要求进行:
 - 1) 输入 (4~20) mA DC 信号至相应位号的模拟输入卡;
 - 2) 连接标准数字式万用表至相应位号的模拟输出卡;
 - 3) 在该试验控制回路的细目显示画面上, 确认仪表位号描述;
 - 4) 在细目显示画面上, 确认被试验控制点的 PV 值和 SP 值;
 - 5) 将控制方式置于“手动”状态, 增加、减少输入信号值, 确认 PV 值显示应响应和流程图画面应变化, 同时确认 SP 跟踪 PV 值 (工艺要求时);
 - 6) 将控制方式置于“自动”, 改变 SP 值, 确认控制作用 (正作用或反作用);
 - 7) 改变输入报警值, 确认流程图画面上的 PV 值响应, 以及报警总貌画面中报警信息显示, 同时确认报警笛音响效果;
 - 8) 改变输入信号使其低于测量值下限或高于测量值上限, 确认在流程图显示画面中 PV 值为非正常状态;
 - 9) 在流程总貌画面中显示报警信息, 在报警打印机上打印报警信息;
 - 10) 调节器控制方式改变为手动, 调节器输出值保持不变。同时确认报警笛音响效果;
- d) 串级控制主调节器按单回路控制的要求试验完成之后, 串级回路副调节器按下列要求试验:
 - 1) 将副调节器控制方式置于自动或手动, 确认主调节器操作功能无效;
 - 2) 将副调节器控制方式置于串级控制 (CAS), 主调节器控制方式置于手动, 增加、减少主调节器的输出, 确认副调节器设定点 SP 应发生变化;
 - 3) 将主调节器控制方式置于自动, 当主调节器的设定点改变, 确认副调节器的控制作用方向应正确;
 - 4) 对于带选择开关回路的检查, 重复上述步骤;
- e) 运算回路检查应确认 PV 值运算模块, 如流量补偿、累积、平均值、线性化处理等校验工作,

这一检验工作一般与先进过程控制系统（APC）回路检查同时进行；

f) 逻辑回路检查应在下列方式下确认逻辑、顺控、预置关系：

- 1) 调节器控制方式自动改变功能；
- 2) 电气/仪表联锁。

7.3.9 串行接口数据点检查，应确认经由串行接口通讯来的数据应正常工作，并检查下列内容：

- a) 确定相关的通讯设备的 DIP 开关、跳线的设置应满足通讯协议要求；
- b) 串行通讯电缆的连接应正确，螺丝应紧固。标准的国际通用串行接口有通讯接口 C、RS422、通讯接口三种，检查、确认相互之间的匹配设置；
- c) 通讯设备之间和通讯设备与 DCS 之间的传输距离，对于采用通讯接口 C 标准通讯接口的设备，其最大传输距离应小于 15m，配有调制解调器扩展时，其最大传输距离应小于 50m，配有 RS422、通讯接口标准通信接口时，其传输距离一般在 2km 范围内；
- d) 调制解调器的型号、规格应与设计文件要求相匹配，状态指示灯应正常；
- e) 在 DCS 操作站上调出串行数据点相应的流程图显示画面、报警功能总貌画面、细目显示画面，在现场输入模拟信号或利用现场通讯设备上的强制功能，强制输入模拟信号，检查相应流程图上的显示、报警状态及报表打印功能，并逐一对下列参数和画面加以确认：
 - 1) 题头；
 - 2) 仪表位号及工艺描述；
 - 3) 串行输入变化量及调整参数；
 - 4) 工程单位；
 - 5) 有关串行操作的触标及功能键；
 - 6) 报警功能的上、下限；
 - 7) 量程的上、下限；
 - 8) 通讯故障状态显示画面；
 - 9) 有效值确认；
- f) 当串行通讯发生故障时，DCS、终端设备、通讯设备应有相应的故障提示信息及报警打印功能，并且现场通讯设备、DCS 仍可各自独立地正常运行，不对工艺操作造成大的影响。

7.3.10 流程图画面检查应根据 DCS 流程图画面设计原则进行。流程图画面应符合下列要求：

- a) 操作流程图显示功能键或通过输入流程图名称，能调出所需的流程图画面；
- b) 操作组显示菜单键，在显示屏上选择所需的流程图标题，应能调出所需流程图，并确认下列项目：
 - 1) 题头；
 - 2) 仪表位号；
 - 3) 描述；
 - 4) 过程处理变化量；
 - 5) 设定点；
 - 6) 控制方式；
 - 7) 工程单位；
 - 8) 触标；
 - 9) 线段和字符颜色；
 - 10) 软键功能；
 - 11) 功能键分配；
 - 12) 组显示画面检查；
- c) 检查每一组流程图的控制组，确认组态应符合工艺操作要求。在流程图画面上，选择组

(GROUP) 键后应能调出控制组画面, 并确认下列项目:

- 1) 控制组画面题头;
- 2) 仪表位号、名称;
- 3) 某一控制组画面的连接(前后翻页键);
- 4) 标准控制组通用功能。

7.3.11 启动报表打印程序, 分别打印出班表、日报、月报、年报, 确认相关的打印机应运行正常, 根据设计文件要求确认各种报表的题头、字段内容、排序方式、数据类型及有特殊要求的打印内容。

7.3.12 系统软件及应用软件备份应包括下列各项:

- a) 操作系统软件备份;
- b) 子图库备份;
- c) 控制程序备份;
- d) 控制组态备份;
- e) 逻辑控制软件备份;
- f) 流程图组态备份。

7.4 可编程控制器(PLC)和安全仪表系统(SIS)系统调试

7.4.1 PLC和SIS设备的系统功能检查, 应符合下列规定:

- a) PLC和SIS设备的上电检查应包括电源部分、CPU卡、通讯卡、存储器卡、I/O卡、编程器。上电检查时应符合下列要求:
 - 1) CPU卡件上电后, 卡件上对应状态指示灯应正常;
 - 2) 存储卡件上电后, 电源指示灯、状态指示灯应正常;
 - 3) 其他卡件上电后, 电源指示灯、状态指示灯应正常;
 - 4) 将编程器与CPU连接, 自诊断编程器应显示状态正常, 使用编程器测试功能检查PLC系统的状态, 并可调出梯形图或程序清单, 进行检查、核对;
- b) 多重冗余中央处理器(CPU)的PLC系统, 调试中应检查主CPU和备用CPU的切换。切断主CPU电源或按备用CPU请求“运行”开关, 备用CPU应自动切换成为主CPU, 且系统应一切正常;
- c) 检查冗余电源互备性能, 分别切换各电源箱主回路开关, 确认主、副CPU运行正常。I/O卡件状态指示灯应保持不变;
- d) 冗余I/O卡试验应符合下列要求:
 - 1) 选择互为冗余、地址对应的输入点、输出点, 输入卡施加相同的状态输入信号, 输出卡分别连接状态指示仪表; 利用编程器在线检测功能, 检查对应的I/O卡;
 - 2) 分别插拨互为冗余的输入卡, 对应的输出状态指示表及输出逻辑应保持不变;
 - 3) 分别插拨互为冗余的输出卡, 对应的输出状态指示表及输出逻辑应保持不变;
 - 4) 3冗余I/O卡试验, 分别同时插拨2块互为冗余卡, 重复a)~c)步骤;
- e) 通讯冗余试验, 分别插拨互为冗余的通讯卡或除去冗余通道电缆, 确认系统运行应正常, 硬件复位后, 相应卡件的状态指示灯应自动恢复正常;
- f) 检查备用电池保护功能, 分、合CPU卡电源开关, 确认内存中程序应未丢失, 取出备用电池, 5min内, 检查内存程序不应丢失。

7.4.2 PLC和SIS设备的逻辑控制功能检查, 应符合下列规定:

- a) 设备I/O检查应符合下列要求:
 - 1) PLC和SIS系统的I/O检查在系统上电完毕后进行, I/O检查分为模拟量输入、数字量输入, 模拟量输出、数字量输出回路检查;
 - 2) 对模拟量输入回路, 应按I/O地址分配表, 在相应端子排上用标准信号发生器加入相应

的模拟量信号,同时用编程器检查 PLC 系统所采集到的数值,根据软件内部设定的量程来检查模拟量输入回路的精度应符合工艺操作的要求,对带有显示装置(CRT)的系统,应按 CRT 上的显示值来检查 PLC 和 SIS 系统的精度;

- 3) 对模拟量输出回路,根据软件内部设定的 PID 参数或其他运算控制方式,满足输出模块的条件,检查模拟量输出回路相应端子上的信号;
- 4) 对于数字量输入回路,根据 I/O 地址表,在相应端子上短接,以检查数字量输入卡上相应地址发光二极管的变化,同时可用编程器检查相应地址的 0、1 状态变化;
- 5) 对于数字量输出回路,根据 I/O 地址表,使用一般 PLC 系统具有的强制输出功能,通过对应输出地址的强制开或关,观察相应地址发光二极管的变化,并从相应端子检查 0、1 状态的变化;
- b) 对编程器和系统功能检查,应用带专用 Modem 和服务、组态管理软件的便携式 PC 机、编程器,系统应能实现操作手册上说明的所有功能;
- c) PLC 和 SIS 设备逻辑功能确认应使用编程器测试(强制输入)功能,设定输入条件,根据梯形图或程序文件观察输出地址变化应正确。对没有测试功能的 PLC 和 SIS 系统,可通过短接相应地址的端子,模拟输入逻辑条件,输出地址应与梯形图或程序文件中所描述的一致;
- d) 在 PLC 和 SIS 设备逻辑功能检查中,对模拟量输入、输出回路,模拟信号应在现场仪表输入,并观察有关的工艺报警指示和现场执行机构的动作应符合逻辑图或应用软件中的描述和实际工艺要求。对报警回路,应在现场仪表输入模拟信号引起现场仪表动作,观察报警显示。对紧急停车(ESD)回路,应按逻辑图、因果关系表或应用软件中的描述,在现场点输入模拟停车信号,确认停车机构应正确动作。对所有联锁回路,应按模拟联锁的工艺条件,检查联锁动作的正确性;
- e) 对于有顺控逻辑的 PLC 系统,应按照开停顺序图要求模拟工艺开停条件,并结合工艺操作手册,检查顺控逻辑;
- f) 系统软件及应用软件备份应包括下列内容:
 - 1) 操作系统软件备份;
 - 2) 逻辑控制软件备份;
 - 3) 流程图组态备份。

7.4.3 PLC 设备的安全仪表系统(SIS)功能检查,应符合下列规定:

- a) 设备系统功能检查,应符合本规程第 7.4.1 条规定;
- b) 设备逻辑控制功能检查,应符合本规程第 7.4.2 条规定;
- c) 安全仪表单一现场变送器回路试验,同 DCS 回路试验要求进行,检查联锁值及复位值,仪表电源由 SIS 系统提供;
- d) 安全仪表多重冗余和表决配置现场变送器逐台回路试验,根据工艺设计要求同时进行紧急停车联锁和 DCS 控制时,通过信号分配器传送到过程控制系统的变送器回路,应检查变送器和信号分配器故障时 SIS 系统保护正常运行,DCS 侧故障时 SIS 可正常读取变送器信号;
- e) 安全仪表多重冗余和表决配置,应检查多重冗余输入信号偏差报警功能及设定值;
- f) 安全仪表输入回路旁路开关试验,旁路开关动作时,应检查过程输入信号和报警正常显示,不应丢失;
- g) 检查 DCS 显示旁路开关产生报警信息,应定时重复报警直至相关旁路解除;
- h) SIS 系统控制的最终执行元件试验,按工艺故障安全原则要求,检查电磁阀非励磁停车;二选一、二选二冗余电磁阀逐台试验;
- i) SIS 系统控制的最终执行器试验,按工艺故障安全原则要求,电磁阀联锁,执行器内的空气/液体通过电磁阀排出,检查控制阀和切断阀的弹簧复位执行机构推动阀门置故障安全位置;

采用储能罐或压力容器实现执行机构推动阀门达到故障安全位置时，应检查校验 SIS、DCS 系统对储能器的压力检测和最高级别报警；

- j) 安全仪表最终执行元件-故障安全定位器试验，仿真 SIS 信号跳车，应检查配置保位功能的控制阀静止在故障安全开度，直至相关联锁解除；
- k) 安全仪表状态反馈元件试验，作为 SIS 系统一部分组成控制设备“允许启动”“ESD”功能外，应检查通过 Modem 送入 DCS 的显示和历史记录；
- l) SIS 系统控制的最终执行器“复位”试验，根据工艺设计安全操作要求，不允许远程启动的设备，应检查现场局部复位和总联锁复位功能；要求如下：
 - 1) 最终执行元件在所有的联锁初始条件未恢复正常状态，SIS 保持“跳车”状态，复位功能不起作用；
 - 2) 总联锁复位操作在前，局部就地手动复位方可有效；
 - 3) 联锁初始条件分别恢复正常状态时，总联锁复位操作可消除相关的报警信号；
- m) SIS 系统控制的最终执行器“紧急停车按钮”试验，单一开关量输入与单一变送器输入检查校验相同；冗余和表决配置，应对“按钮”逐个检查测试；
- n) 事件顺序记录(SER)功能试验，根据工艺要求，检查 SIS 系统自动“时间同步”和带时间标签(SOE)的 DI/DO 卡信号，通过报警信息、操作信息检查确认如下：
 - 1) 工艺过程联锁停车第一原因；
 - 2) 确定联锁复位的条件；
 - 3) 工艺操作步骤记录；

7.4.4 安全仪表(SIS)试验应检查逻辑控制站的逻辑组态，根据逻辑图检查 SIS 盘的手动开关、报警系统应正确实现逻辑运算控制，以 SIS 逻辑试验为主，试验过程如下：

- a) 将需检查的 SIS 逻辑控制站，输入端连接 ON-OFF 开关，输出端连接信号灯；
- b) 设置手动开关使全部逻辑条件为正常，确认所有监视信号灯熄灭；
- c) 将一个逻辑条件改变为非正常，确认监视信号灯应发生变化，在报警总貌画面上确认报警信息状态；
- d) 确认报警打印输出及报警盘上信号灯及音响；
- e) 逻辑条件变为正常，手动复位，确认监视信号灯恢复正常；
- f) 每一个 SIS 逻辑条件试验都重复上述步骤。

7.5 现场总线(FCS)系统调试

7.5.1 基金会现场总线主系统功能检查符合本规程第 7.4 条规定，现场总线功能应依据网段图检查安装、调试过程。

7.5.2 测试 H1 网段电缆电阻/电容，检查在 DCS 接线柜侧进行。断开两个端子块将 H1 网段电缆与 DCS 柜内浪涌保护器断开，检查确认如下：

- a) 十、一信号线阻抗 $\geq 50\text{k}\Omega$ ，电容 $0.8\mu\text{F}\sim 1.2\mu\text{F}$ ；
- b) 信号线、排流线、屏蔽线、接地线阻抗 $\geq 20\text{M}\Omega$ ，电容 $< 300\text{nF}$ 。

7.5.3 主系统网络/网段的上电。在 DCS 接线侧，主干线接到浪涌保护器上，测量浪涌保护器(+)与(-)端子，直流电压为： $22\pm 5\text{VDC}$ ；交流电压范围是 $500\text{mV}\sim 900\text{mV}$ 。

7.5.4 主系统网络/网段的通讯检查，现场总线监视器将在显示屏上显示如下数值及测试的数字正常/异常，并填写调试记录(见附录 E)。

7.5.5 端口/设备通讯数据完整性校验，在网段全部下装并且稳定运行之后，应进行设备诊断验证，统计值应 < 50 次，确认下列项目：

- a) 启动主系统“诊断”应用程序，浏览端口，检查诊断画面端口状态显示应“正常”；
- b) 选择“复位全部设备统计数据”选项，(在端口上点击右键)将端口和 FF 设备的通讯计数器复位；

- c) 打开端口“通讯统计”窗口，确认所有的通讯统计数值都被复位，并从0开始重新计数；
- d) 2h~8h后重新打开“通讯统计”窗口，并记录检出参数值，逐项检查每个FF设备连接到网段的“通讯统计”窗口；网段和设备从组态数据库下装后，系统投用前应校验2次，并将测试值填入附录E。

7.5.6 主系统的现场总线I/O设备自动寻址检查，确认下列项目：

- a) 选取网段上仪表，使用“拖放”功能，将仪表填入DCS数据库，重复操作网段全部仪表填入DCS数据库；
- b) 下载仪表组态数据覆盖H1网段；
- c) 检查确认DCS主系统全部FF仪表和H1网段通讯“OK”。

7.5.7 主系统现场总线仪表的现场化功能测试，确认下列项目：

- a) H1网段/DCS控制切换操作（现场总线设备在离线、备用、待机、调试和不匹配状态）；
- b) 现场总线设备在线调试、运行、维护和诊断；
- c) 调整参数、运行模式、报表、报警和确认数据。

7.5.8 主系统仪表单回路调试、变送器量程、调零和阀门定位器设置、行程，在DCS工程师站或操作站，选择单回路控制画面，确认下列项目：

- a) 确认DCS主系统FF变送器和H1网段通讯“OK”，现场侧施加模拟工艺“PV”信号（0、25%、50%、75%、100%），选择FF仪表“AI”模块，检查“XD-SCALE”参数与DCS显示的工程单位“EU”一致；
- b) 确认DCS主系统FF阀门定位器和H1网段通讯“OK”，置调节器“手动”，调整输出“OUT”值（0、25%、50%、75%、100%），选择FF仪表“PID”模块，检查“XD-SCALE”参数与DCS显示的工程单位“EU”一致；
- c) 启动设备管理系统“AMS”，选择回路试验功能，按照“回路试验向导”步骤，逐项完成回路调试；
- d) 使用“拖放”功能，将回路试验后FF仪表数据覆盖“AMS”工厂数据库。

7.5.9 现场总线变送器AI信号失效（控制算法、通讯）检查，选择回路控制画面，置现场总线变送器为离线状态，回路模式应切换到手动方式，画面显示报警，颜色发生变化，PV值数据显示消失，主系统控制组态、现场总线变送器的故障输出则选择如下方式：

- a) 保持最后有效值；
- b) 输出信号为零；
- c) 满量程输出。

7.5.10 现场总线控制阀PID模块输入信号失效（控制算法、通讯、ESD、掉电和线路局部短路）检查阀位，按工艺操作要求设定模块参数（ACT-FAIL-ACTION），选择单回路控制画面，短路控制回路现场总线变送器H1网段接线端子，回路模式应自动切换到手动方式，阀门应处于如下指定位置：

- a) 全开；
- b) 全关；
- c) 保持最后位置；
- d) 固定开度。

7.5.11 现场总线控制阀PID模块输出跟踪试验，置现场总线副调节器为“手动”模式，其给定跟踪输出值。

7.5.12 现场总线控制模式与DCS控制模式切换检查，选择单回路控制画面，根据外部和内部逻辑控制输入，控制块应自动执行如下模式切换：

- a) H1网段自动控制/现场手动操作/DCS控制切换；
- b) 本地/远程给定切换。

7.5.13 现场总线控制阀与 DCS 组合串级控制模式的输出跟踪试验, 选择主/副调节器控制画面, 副调节器置于“手动/自动”模式, DCS 主调节器输出应跟踪副控制阀 PID 给定值。

7.5.14 现场总线仪表 PID 给定值上、下限锁定功能检查, 选择单回路控制画面, 调节器置于“手动/自动”模式, 调整给定值, 其控制点偏差小于等于上、下限设定值。

7.5.15 现场总线仪表 PID 输出限幅保护功能检查, 设置参数 $P=100$; $I=5$; $D=0$, 模拟输入 PV 值=50%FS, 调整给定—控制点偏差, 确认下列项目限幅保护应禁止积分作用:

- a) 输出处于量程高限或低限;
- b) 输出处于锁定状态;
- c) 副调节器 PID 给定值处于锁定状态;
- d) 输出处于“手动”状态;
- e) 给定跟踪输出状态。

7.5.16 主系统协议仪表单回路调试应按下列步骤进行:

- a) FF 变送器回路试验, 在主系统工程师站或操作站, 选择单回路控制画面, 确认下列项目:
 - 1) 选择主系统“诊断”功能, 确认现场 FF 设备通讯状态, 由主系统数据库向 FF 变送器“AI”功能块下装量程参数 (XD-SCALE), 以此作为变送器的输出信号;
 - 2) 变送器侧模拟输入工艺“PV”信号 (0、25%、50%、75%、100%), 选择变送器“AI”“PID”功能块细目, 检查输入和输出值等于组态值, 并核对主系统显示、调节画面相应“PI”的 EU 值;
- b) FF 控制阀回路试验, 在主系统工程师站或操作站, 选择主系统“诊断”功能, 检查挂接在网段上的控制阀状态, 调出 PID 控制面板, 手动调整输出“OUT”值 (0、25%、50%、75%、100%), 检查阀门定位器相应位置; 可利用“AMS”在线检测功能, 显示定位器过程变量“process variables”窗口, 在线检测 PID 输出值等比阀位变化值;
- c) 启动设备管理系统“AMS”, 回路试验符合本规程第 7.3.8 条。

7.5.17 主系统 HART 协议仪表单回路调试应按下列步骤进行:

- a) 变送器零点、量程调试, 在 DCS 工程师站或操作站, 选择单回路控制画面, 按照常规 DCS 系统接接线, 变送器侧模拟输入工艺“PV”信号 (0、25%、50%、75%、100%FS), 检查显示、调节画面相应“PI”的 EU 值, 同时 HART 通讯显示“OK”;
- b) 控制阀定位器设置、行程调试, 置 PID 调节器“手动”, 调整输出“OUT”值 (0、25%、50%、75%、100%), 检查阀门定位器相应位置;
- c) 启动设备管理系统“AMS”, 扫描 HART 协议仪表, I/O 卡位置显示所有新填仪表图标, 逐台检查全部 HART 协议仪表诊断参数, 变送器精度校验参考本规程第 5.7.6 条。

7.5.18 数字阀门定位器检查如下:

- a) LCD 状态指示;
- b) 电/气 (E/P) 转换器、气动放大器;
- c) 行程偏差;
- d) 摩擦力和死区值及趋势;
- e) 报警设定。

7.5.19 选择“AMS”回路试验功能, 按照“回路试验向导”步骤, 逐项完成回路调试。

7.5.20 使用“AMS”系统, 选择“拖放”功能, 将回路试验后 FF 仪表数据覆盖“AMS”工厂数据库。

7.6 数据采集与监视控制系统 (SCADA)

7.6.1 站控系统 (Station Control System 简称 SCS) 功能应逐站检查, 调试符合本规程第 7.4 条规定。

7.6.2 SCADA 系统功能检查:

- a) 实时/历史服务器冗余测试, 在工作站上打开一个运行参数的实时/历史曲线, 关闭 A 服务器, 查看曲线连续平滑, 启动 A 服务器, 关掉 B 服务器, 查看曲线连续平滑, 确认系统能进行无扰动切换;
- b) 网段/域控测试, 操作域控制服务器, 检查各网段/域计算机的账户、密码及数据库;
- c) 自动校正 GPS 时间同步;
- d) 测试防火墙允许/禁止访问服务器;
- e) SCADA 系统与场站服务器或 PLC 数据交换测试;
- f) SCADA 系统与 RTU 通讯测试, 在 SCADA 工作站上打开一个被 RTU 监控设备的实时曲线, 通过主设备和热备设备之间的切换, 查看曲线应是连续平滑, 通讯中断、恢复, 确认系统能根据时间顺序将这部分的数据插入到数据库中。

7.6.3 调控中心 (CDS) 控制功能检查:

- a) 调控中心 (CDS) 实现对全线各“站控”功能试验, 选择“中控”模式, 各站操作权限交调控中心, 分别调出各站控画面, 现场仿真工艺过程信号, 逐站作回路试验、逻辑控制功能试验、安全仪表功能试验、站控优先功能试验;
- b) SCADA 系统全局性中控功能检查, 根据工艺调度要求, 操作超高/超低联锁、水击保护、泄漏检测、启/停输、压力控制、下载、报警和事件复位、设备运行、顺序输送、混油、清管、油品切割、报表、故障诊断测试。

7.6.4 工业以太网 (广域网) 检查:

- a) 配合 SCADA 系统进行全网呼叫, 确认 SCADA 系统数据采集、发送准确无误, 并响应时间小于 100ms;
- b) VPN 端口远程维护;
- c) 主/备通信通道的自动切换试验;
- d) 公网专线切换试验。

7.6.5 远程终端控制 (RTU) 单元状态量 (DI/DO)/数据量 (AI/AO)/数字量 (脉冲、频率) 调试, 现场 RTU 与 CDS 共同确认如下:

- a) 输入 (4~20) mA DC 信号至相应位号的模拟输入卡;
- b) 增大、减小输入信号, CDS 确认在细目、组、流程图中 PV 值响应;
- c) 输入信号高、低报警值, CDS 确认流程图显示画面上 PV 值变化及颜色变化;
- d) 输入超量程信号和切断输入信号, CDS 确认在流程图画面上 PV 值有非正常状态信息。确认在报警总貌画面上的报警信息和报警打印机的打印结果, 同时确认报警笛音响效果;
- e) 对于开关回路的数字点检查, 包括紧急切断阀开关全行程动作, 重复上述步骤;
- f) 接收并执行遥控及反馈信号, CDS 发送切断阀 ESD 命令, 现场检查阀位, CDS 确认流程图显示画面上切断阀颜色变化, RTU 采集事件顺序记录 (SOE 时间标签), 并发送到调控中心;
- g) 程序自恢复, 切断 RTU 供电电源, 切断阀保位 (按工艺要求设置), CDS 确认在报警总貌画面上的报警信息, 恢复供电, 网络通讯、RTU 系统、切断阀控制器的程序应自动恢复, 设备进行自诊断/自调;
- h) 接收并执行 GPS 时钟同步功能;
- i) 就地显示功能, 操作简易现场工作站, 显示全部 I/O 工艺状态检测量, 应符合设计和工艺要求。

8 仪表线路的安装

8.1 一般规定

8.1.1 仪表电气线路的敷设, 应符合 GB 50168 及 GB 50303 的有关规定。

8.1.2 电缆电线敷设前,应进行外观检查和导通检查,并用 500V 兆欧表测量绝缘电阻,补偿导线应进行绝缘测试,其电阻值均应大于 $5M\Omega$ 。

8.1.3 电缆槽、桥架及保护管的切割应采用机械方法,切口表面应平整、无飞边、毛刺,不得使用电、气焊切割。

8.1.4 搬运电缆时,不应使电缆松散及受伤,电缆盘应按盘上箭头指示或电缆的缠紧方向滚动。

8.1.5 线路的敷设应满足设计文件的规定。当设计文件无具体要求时,应根据现场实际情况按最短路径集中敷设。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。

8.1.6 线路不应敷设在高温、易受机械损伤、有腐蚀性物质排放、潮湿以及有强磁场和强静电场干扰的位置,当无法避免时,应采取防护和屏蔽措施。

8.1.7 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,应避免运输、人行、消防通道和吊装孔。

8.1.8 线路不宜敷设在高温工艺设备和管道的上方,也不宜敷设在具有腐蚀性液体的设备和管道的下方。

8.1.9 线路与绝热的工艺设备和管道的绝热层表面之间的距离应大于 200mm,与其他工艺设备、管道表面之间的距离应大于 150mm。

8.1.10 线路从室外进入室内时,应有防水和封堵措施。

8.1.11 线路进入室外的盘、柜、箱时,应从底部或侧面进入,并应有防水密封措施。

8.1.12 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。

8.1.13 线路敷设完毕,应进行校线和标号,并按本规程 8.1.1 条的规定测量电缆、电线的绝缘电阻。

8.1.14 测量电缆电线的绝缘电阻时,应将已连接上的仪表设备及部件断开。

8.1.15 在线路的终端处,应加标志牌。地下埋设的线路,应有明显的标识。

8.1.16 线芯剥线长度应与接线端子匹配,在进行电缆接线时,紧固后应进行抻拉确保接线牢固。

8.2 支架的制作与安装

8.2.1 制作支架时,应将材料矫正、平直,切口处不应有卷边和毛刺。制作好的支架应牢固、平正、尺寸准确,并按设计文件要求及时除锈、涂防锈漆。

8.2.2 支架安装时,应符合下列规定:

- a) 在允许焊接的金属结构上和混凝土构筑物的预埋件上,应采用焊接固定;
- b) 在混凝土上,宜采用膨胀螺栓固定;
- c) 不应在管道上焊接支架,应采用 U 型螺栓、抱箍或卡子固定;
- d) 支架不宜安装在 250°C 以上或 0°C 以下的工艺管道上;
- e) 支架应固定牢固、横平竖直、整齐美观,在同一直线段上的支架间距应均匀;
- f) 支架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相同;
- g) 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。

8.2.3 电缆槽及保护管安装时,金属支架之间的间距不宜大于 2m;在拐弯处、伸缩缝两侧、终端处及其他需要的位置应设置支架。垂直安装时,可适当增大距离。

8.2.4 电缆直接明敷时,水平方向支架间距宜为 0.8m,垂直方向宜为 1.5m。

8.3 电缆槽的制作与安装

8.3.1 当弯头、三通、变径等配件需要现场制作时,应采用成品的直通电缆槽进行加工,其弯曲半径不应小于该电缆槽的电缆最小弯曲半径,如图 8.3.1 所示。

8.3.2 电缆槽现场制作宜采用螺栓连接。

8.3.3 加工成形后的配件应按照设计文件的要求,及时除锈、涂刷底漆和面漆。

8.3.4 电缆槽内的隔板应成 L 形,且低于电缆槽高度,边缘应光滑。

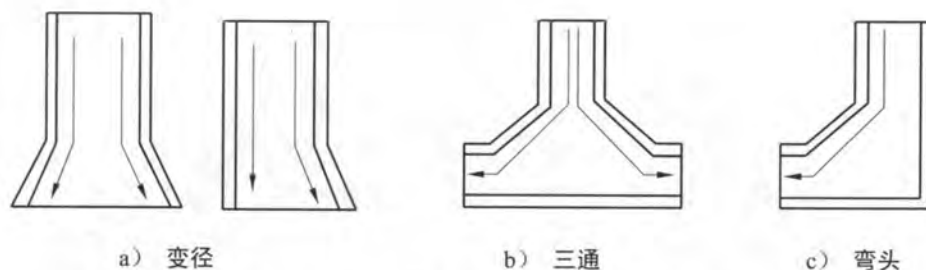


图 8.3.1 电缆槽及桥架的变径、三通和弯头

8.3.5 电缆槽底板应有漏水孔,孔径宜为 $\phi 5\text{mm} \sim \phi 8\text{mm}$ 。若需要现场开孔时,应从里向外进行施工。

8.3.6 电缆槽及其构件安装前应进行外观检查,其内、外应平整,内部应光洁、无毛刺,尺寸应准确,配件应齐全。

8.3.7 电缆槽的安装位置应符合设计文件的要求。安装在工艺管架上时,宜在工艺管道的侧面或上方,对于高温管道,不应平行安装在高温管道上方。

8.3.8 电缆槽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。

8.3.9 电缆槽宜采用平滑的半圆头防锈螺栓连接,螺母应在电缆槽的外侧,固定应牢固。

8.3.10 电缆槽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。

8.3.11 电缆槽安装直线长度超过 50m 时,宜采取热膨胀补偿措施。

8.3.12 电缆槽安装应保持横平竖直、排列整齐,底部接口应平整无毛刺。成排电缆槽安装时,弯曲部分弧度应一致。电缆槽变标高时,底板、侧板不应出现锐角和毛刺。

8.3.13 保护管出口的位置应在电缆槽高度的 2/3 左右。当电缆直接从开孔处引出时,应采取适当措施保护电缆。开孔后,边缘应打磨光滑,并及时作防腐处理。

8.3.14 电缆槽垂直段大于 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。

8.3.15 电缆槽与动力电缆桥架的安装间距,应符合设计文件规定。

8.3.16 铝合金电缆槽可以用碳钢支架隔离。

8.4 保护管的安装

8.4.1 保护管不应有显著的变形,内壁应清洁、无毛刺,管口应光滑、无锐边。

8.4.2 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:

- 弯成角度不应小于 90° ;
- 弯曲半径应符合下列要求:穿无铠装的电缆且明敷设时,不应小于保护管外径的 6 倍;穿铠装电缆以及埋设于地下或混凝土内时,不应小于保护管外径的 10 倍;
- 保护管弯曲处不应有凹陷、裂缝和明显的弯扁;
- 单根保护管的直角弯不得超过 2 个。

8.4.3 保护管的直线长度超过 30m 或弯曲角度的总和超过 270° 时,中间应加装穿线盒。遇梁柱时,配管方式应如图 8.4.3 所示,不得在混凝土梁柱上凿孔或钢结构上开孔,可采用预埋保护管方法。

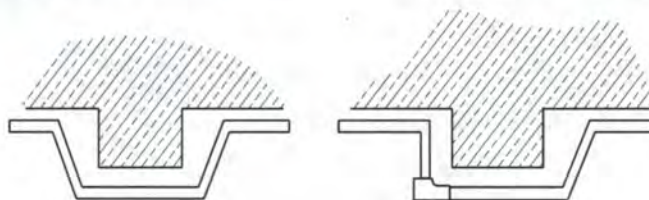


图 8.4.3 保护管通过梁柱时的配置

8.4.4 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。

8.4.5 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。

8.4.6 保护管之间及保护管与连接件之间，应采用螺纹连接。管端螺纹的有效长度应大于管接头长度的 1/2，并保持管路的电气连续性。当钢管理地敷设时，宜采用套管焊接，管子对口应处于套管的中心位置，对口应光滑，焊接应牢固，焊口应严密，并应做防腐处理。

8.4.7 保护管与就地仪表盘、仪表箱、接线箱、穿线盒等部件连接时，应有密封措施，并将管固定牢固。保护管管口应低于仪表设备进线口约 250mm，与检测元件或就地仪表之间宜采用挠性管连接，当不采用挠性管连接时，管末端应加工成喇叭口或带护线帽。保护管从上向下敷设时，在最低点应加排水三通。仪表及仪表设备进线口应用电缆密封接头密封，见图 8.4.7。

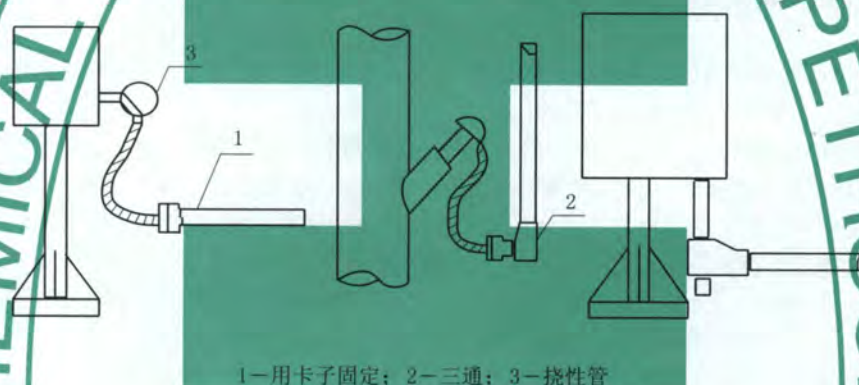


图 8.4.7 保护管与仪表的连接

8.4.8 暗配保护管应按最短距离敷设，在抹面或浇灌混凝土之前安装，埋入墙或混凝土的深度与其表面的净距离应大于 15mm，外露的管端应加木塞封堵或用塑料布包扎保护螺纹。

8.4.9 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。

8.4.10 保护管引出地面的管口宜高出地面 200mm；当从地下引入落地式仪表盘（箱）内时，管口宜高出地面 50mm，多根保护管引入时，应排列整齐，管口标高一致。

8.4.11 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。

8.4.12 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。见图 8.4.12。

8.4.13 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伸出墙面的长度应小于 30mm。

8.4.14 在户外和潮湿场所敷设保护管，应采取以下防雨或防潮措施：

- a) 在可能积水的位置或最低处，安装排水三通；
- b) 保护管引入接线箱或仪表盘（箱）时，宜从底部进出；
- c) 保护管引入就地仪表时，应符合本规程 8.4.7 条的规定；
- d) 朝上的保护管末端应封闭，电缆敷设后，在电缆周围充填密封填料。

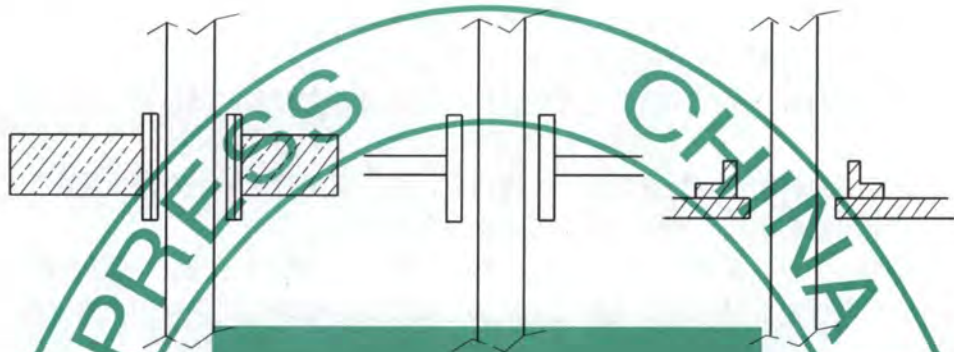


图 8.4.12 保护管穿过楼板或钢平台示意

8.4.15 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相同。

8.5 电缆敷设

8.5.1 电缆敷设前应进行下列检查:

- 电缆槽或桥架已安装完毕,内部应平整、光洁、无毛刺、干净无杂物;
- 电缆型号、规格、长度等应符合设计要求,外观良好,保护层不得有破损;
- 绝缘电阻及导通试验检查合格;
- 控制室机柜、现场接线箱及保护管已安装完毕。

8.5.2 电缆敷设前应进行下列准备工作:

- 对部分敷设长度进行实测,其实际长度应与设计长度基本一致,否则应按实际测量的电缆敷设长度及电缆到货长度,编制电缆分配表;
- 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;
- 电缆首尾两端应挂有设计文件规定的标识。

8.5.3 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,避免造成电缆的机械损伤和烧伤。

8.5.4 敷设电缆时的环境温度应符合下列规定:

- 塑料绝缘电缆不低于 0°C ;
- 橡胶绝缘电缆不低于 -15°C 。

8.5.5 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相摩擦。

8.5.6 在同一电缆槽内的不同信号、不同电压等级和本质安全防爆系统的电缆,应用金属隔板隔离,并按设计文件的规定分类、分区敷设。

8.5.7 电缆在电缆槽或桥架内应排列整齐,在垂直电缆槽内敷设时,应用支架固定,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。

8.5.8 除下列情况外,控制电缆不应有中间接头:

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

8.5.9 铠装电缆敷设时应留有适应余量。

8.5.10 明敷设的信号电缆与具有强电场和强磁场的电器设备之间的净距离宜大于 1.5m ,当屏蔽电缆穿金属保护管以及在电缆槽内敷设时应大于 0.8m 。

8.5.11 本安线路与非本安线路在电缆沟中敷设时,间距应大于 50mm 。

8.5.12 电缆直接埋地敷设时,其上下应铺100mm厚的砂子,砂子上面盖一层砖或混凝土护板,覆盖宽度要超过电缆边缘两侧50mm。电缆埋设深度应大于700mm。

8.5.13 设备附带的专用电缆,应按产品技术文件的要求敷设。

8.5.14 综合控制系统和数字通信线路的电缆敷设应严格按设计文件和产品技术文件的要求进行,并应符合下列要求:

- a) 不同电压等级的电缆不应敷设在同一汇线槽内,不可避免时,应用金属板隔离;
- b) 信号线宜采用屏蔽电缆,网络通道电缆宜单独隔离敷设。

8.5.15 仪表电缆与电力电缆交叉时,宜成直角;平行敷设时,两者之间的距离应符合设计文件规定。

8.5.16 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。

8.5.17 网络通信电缆与供电线路的间距应符合设计文件要求,以防止干扰。

8.5.18 根据不同信号分类,应分别采用各自的保护管或分支电缆槽。

8.5.19 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) 从开始剥切电缆皮到制作完毕,应连续一次完成;
- b) 剥切电缆时不得伤及芯线绝缘;
- c) 铠装电缆应用钢线或喉箍卡将钢带和接地线固定;
- d) 屏蔽电缆的屏蔽层应露出保护层15mm~20mm,用铜线捆扎两圈,接地线焊接在屏蔽层上;
- e) 电缆头应用绝缘胶带包扎密封,本安回路统一用天蓝色胶带。较潮湿、油污的场所,电缆头宜涂刷一层环氧树脂防潮或用热塑管热封。

8.6 光缆敷设

8.6.1 光缆敷设前应进行外观检查和光纤盘测检查,绝缘层表面应平整、色泽均匀、无损伤,A/B(头尾)端应密封良好,光纤束由不同颜色光纤组成,外面螺旋松绕以全色谱标识的着色纱线,领示色标(或全色谱)清晰、完整。

8.6.2 光缆在地上敷设时,应按设计文件规定敷设在指定的电缆槽区域内或独立的保护管内。

8.6.3 光缆在地下敷设时,应敷设在保护管(束)内,保护管(束)、标示桩和电缆井的布置和施工,应符合设计文件规定。光缆敷设前,应对保护管(束)和电缆井内进行清理,达到清洁畅通。

8.6.4 光缆敷设时,应保持光缆的自然状态,避免出现急剧性的弯曲,其弯曲半径不应小于光缆外径的20倍。穿保护管时应用钢线引导,并涂抹适量滑石粉。

8.6.5 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,并按设计文件规定作好标识。

8.6.6 光缆线路中间不宜有接头。

8.6.7 光缆熔接应符合下列要求:

- a) 光纤连接应按照光缆熔接工艺规程进行操作,采用专用熔接设备进行A/B端顺序熔接;
- b) 光纤熔接时,应按光纤色标排列顺序一一对应连接,并做好标识;
- c) 光纤熔接操作中应防止损伤或折断光纤;
- d) 在光纤熔接后应对光纤进行测试损耗小于等于0.25dB/km;
- e) 整个光纤熔接过程作业应连续完成,不得中断,接头损耗小于等于0.05dB;
- f) 光缆外护层内铠装层与大地间绝缘电阻,在光缆浸水24h后测试,不小于2MΩ。

8.7 补偿导线(电缆)敷设

8.7.1 补偿导线(电缆)的型号、规格、材质应符合设计文件要求。

8.7.2 补偿导线(电缆)应穿保护管或在电缆槽内敷设,不得直接埋地敷设。

8.7.3 补偿导线(电缆)的型号应与热电偶及连接仪表的分度号相匹配,参见附录F。

8.7.4 多根补偿导线(电缆)穿同一根保护管时,应涂抹适量滑石粉。

8.7.5 当补偿导线（电缆）与测量仪表之间不采用切换开关或冷端温度补偿器时，宜将补偿导线和仪表直接连接。

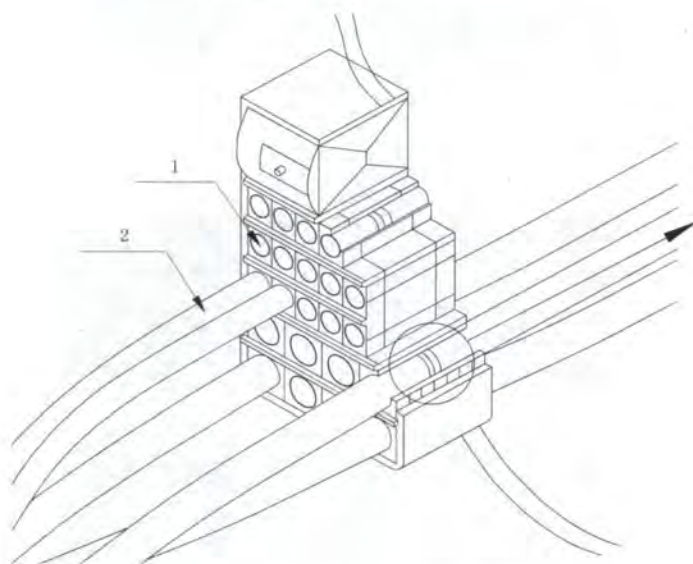
8.8 防爆

8.8.1 安装在爆炸危险环境的仪表、仪表线路、电气设备及材料应具有国家授权的机构发给的产品防爆合格证。防爆设备应有铭牌和防爆标志，并在铭牌上标明防爆合格证编号。

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

8.8.3 防爆仪表和电气设备引入电缆时，应采用弹性密封圈挤紧或用隔离密封填料进行封固，外壳上多余的孔应做防爆密封，弹性密封圈的一个孔应密封一根电缆。

8.8.4 当电缆槽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，控制室进线应采用专用密封隔离配件与室外隔离，见图 8.8.4。



1—密封隔离件；2—电缆

图 8.8.4 电缆密封隔离配件

8.8.5 安装在爆炸危险区域的保护管，应符合下列规定：

- a) 保护管之间及保护管与接线盒、分线箱、穿线盒之间连接时，螺纹处宜涂导电性防锈脂；
- b) 保护管与仪表、检测元件、电气设备、接线箱、拉线盒连接时，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) 密封管件与仪表箱、接线箱、拉线盒间的距离不应超过 0.45m；
- d) 密封管件与保护管之间可采用挠性管连接。

8.8.6 当保护管通过不同等级的爆炸危险区域的分隔间壁时，分界处应用防爆阻火器件和密封组件隔离，并做好充填密封。

8.8.7 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；安装后应保证盘（箱）内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。

8.8.8 防爆仪表和电气设备，除本质安全型外，应有“电源未切断不得打开”的标志。

8.8.9 本质安全型仪表的安装和线路敷设，除应按本规程 8.8.1、8.8.4 和 8.8.5 条 b) 的规定外，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穿同一根保护管；

- b) 当采用芯线无分别屏蔽的电缆或无屏蔽的导线时,两个及以上不同回路的本安线路,不应共用同一根电缆或穿同一根保护管;
 - c) 本安线路应有耐久性的蓝色标志;
 - d) 本安线路与非本安线路在同一电缆槽或电缆沟内敷设时,应用接地的金属隔板隔开或绝缘板隔离,其间距应大于50mm,并分别固定牢固;
 - e) 本安线路的分支,接头应设在增安型接线箱内;
 - f) 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,间距不能满足要求时,应采用高于端子的绝缘板隔离;
 - g) 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,并应可靠接地。不同类型的安全栅不得互相代用;
 - h) 采用屏蔽电缆(线)时,屏蔽层不应接到安全栅的接地端子上;
 - i) 本安线路内的接地线和屏蔽连接线,应有绝缘层。
- 8.8.10 火灾危险环境所采用的仪表及电气设备,应符合设计文件的规定。
- 8.8.11 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(如增强型聚酯等)时,应有阻燃措施。
- 8.9 仪表盘、柜、箱内线路配线
- 8.9.1 仪表盘、柜、箱的配线宜在外部电缆电线的导通试验与绝缘检查合格后进行。
- 8.9.2 双绞线及多绞线应保持到接线端子处,不应提前拆开绑扎。
- 8.9.3 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。电线束应用塑料扎带扎牢固,扎带间距离为100mm~200mm。
- 8.9.4 仪表盘、柜、箱内布线应整齐美观,线号标识应耐久、清晰,导线应留有余量。
- 8.9.5 仪表盘、柜、箱内的多股线芯导线应采用接线片压接后与接线端子相接,不得存在中直接头。
- 8.9.6 每根导线在接线端子处应按照设计文件的规定,应作出如下明显的、耐久的标记:
- a) 控制室机柜侧宜标识现场仪表位号;
 - b) 现场仪表侧宜标识机柜接线端子号;
 - c) 现场中间接线箱:分支电缆标识现场仪表位号,多芯主电缆标识机柜端子号;
 - d) 总线主干电缆两端同时标识机柜号/网段号/现场接线箱号;
 - e) 总线分支电缆两端同时标识仪表位号/现场接线箱号。
- 8.9.7 备用芯线宜接在备用端子上,并按设计文件要求标注备用线号。
- 8.9.8 仪表盘、柜、箱盘内配线,同一个接线端子上的连接芯线不应超过两芯。
- 8.9.9 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 接地工程

9.1 一般规定

- 9.1.1 石油化工仪表系统防雷工程中采用的设备、材料,应符合国家现行技术标准的规定。
- 9.1.2 单独设置仪表专用接地装置时,接地线敷设应符合下列规定:
- a) 接地线穿越公路、铁路、地下管网等交叉及其他可能使接地线遭受损伤处,应加钢保护套管敷设;
 - b) 接地线穿越化学腐蚀部位,应采取防腐措施;
 - c) 接地线应避免建筑物防雷引下线附近引入控制室。

9.2 接地线的敷设

- 9.2.1 接地线在穿过墙壁、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。

9.2.2 室内总接地板应与接地装置（包括接地网和自然接地体）在不同的两点相连接。

9.2.3 接地线敷设应符合下列要求：

- a) 敷设的位置不应妨碍设备的拆卸与检修；
- b) 支架间的距离，在水平直线部分宜为 0.5m~1.5m，垂直部分宜为 1.5m~3m，转弯部分宜为 0.3m~0.5m；
- c) 接地线沿建筑物墙壁水平敷设时，离地面距离宜为 250mm~300mm，接地线与建筑物墙壁间的间隙宜为 10mm~15mm；
- d) 在接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时，应设置补偿器。补偿器可用接地线本身弯成弧状代替。

9.2.4 接地线的绝缘护套颜色应符合设计文件要求，如设计文件没有规定，接地线宜选为绿色和黄色相间色。

9.2.5 铜质接地总干线和铜质接地装置之间连接应采用搪锡后螺栓可靠连接，防止松动，连接部位应用 PE 热缩管做防氧化处理。

9.2.6 埋地接地线及其连接处，应做隐蔽记录，并在详细工程设计图纸上注明其实际部位走向。

9.2.7 接地线的截面积应符合设计文件和制造厂的规定，当设计文件和制造厂无规定时，接地连线宜为 $1\text{mm}^2 \sim 2.5\text{mm}^2$ ，机柜间接地分支线宜为 $4\text{mm}^2 \sim 16\text{mm}^2$ ，机柜至接地干线汇流排宜为 $10\text{mm}^2 \sim 25\text{mm}^2$ ，接地总干线汇流排接至电气接地装置宜为 $16\text{mm}^2 \sim 50\text{mm}^2$ 。

9.3 控制室/机柜室内仪表系统的接地连接

9.3.1 各类接地连接导线两端应采用镀锡铜端子压接，铜（或不锈钢）螺栓固定。

9.3.2 所有接地的导体、电线，敷设宜为直线路径，避免与其他系统电缆混合。

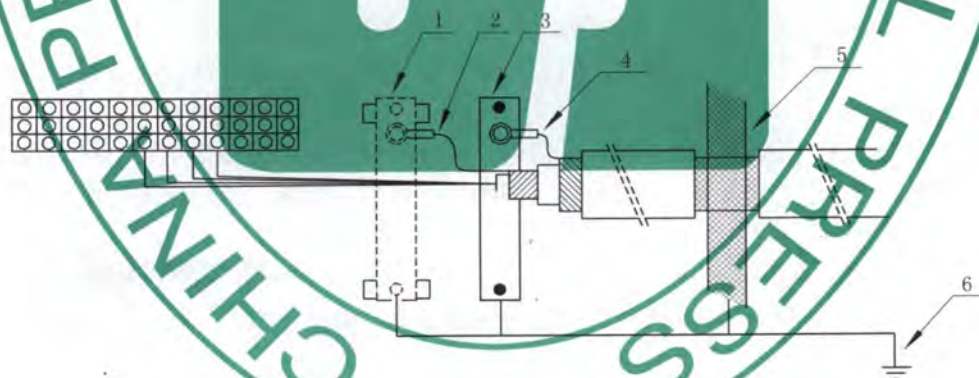
9.3.3 通向室外接地装置的连接点或与电气接地网的连接点应设置明显的标志。

9.3.4 安全接地、工作接地应按设计文件和系统设备技术条件要求进行检查，并符合下列要求：

- a) 系统设备的安全接地与工作接地应与接线图一致；
- b) 设备内部接地网不应形成回路；
- c) 机柜内部安全栅接地系统应符合设计文件规定和本安系统要求。

9.4 屏蔽电缆接地

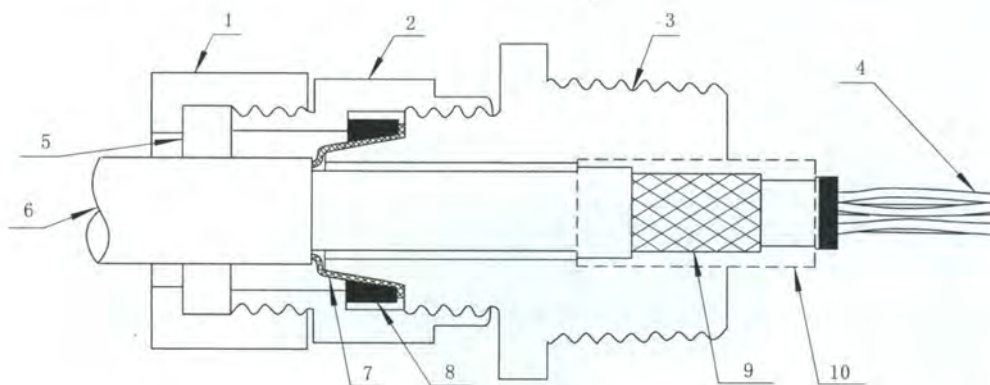
9.4.1 单层屏蔽电缆的屏蔽层应在机柜室仪表盘柜侧单端接地；铠装电缆的铠装金属层应两端接地，内屏蔽层机柜室侧单端接地；分屏蔽层机柜室侧及现场接线箱两端接地；多对单层屏蔽电缆备用芯线和电缆屏蔽层应在机柜室同一侧接地，见图 9.4.1。



1—仪表信号地；2—内层屏蔽；3—安全地；4—分屏蔽；5—铠装层；6—电气接地网

图 9.4.1 多对单层屏蔽电缆接地

9.4.2 现场仪表设备端电缆的内屏蔽层或单屏蔽层应用 PE 热缩管作绝缘处理，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，铠装层应与仪表设备一同作接地，宜采用标准电缆终端接头，见图 9.4.2。



1—密封螺帽；2—压力螺帽；3—终端螺纹；4—芯线；5—橡胶密封圈；6—电缆；
7—分层屏蔽或铠装层；8—压环；9—内屏蔽层；10—PE 热缩管

图 9.4.2 现场仪表设备标准电缆终端接头

9.4.3 经过中间接线箱的屏蔽电缆应在接线箱内用端子将两端电缆的屏蔽线连接起来，不同的屏蔽层应分别连接，不应混接。

9.5 仪表系统接地

9.5.1 用电仪表的外壳、仪表盘、柜、箱、盒和电缆槽、保护管、支架、底座等正常不带电的金属部分，均应做保护接地。当供电电压低于 36V 时设计文件无特殊要求时，可不作保护接地。

9.5.2 在非爆炸危险区域的金属盘、板上安装的按钮、信号灯、继电器等小型低压电器的金属外壳，当与已接地的金属盘、板接触良好时，可不作保护接地。

9.5.3 仪表保护接地系统应接到低压电气设备的保护接地网，连接应牢固可靠，接地良好，不应串联接地。

9.5.5 仪表及控制系统应做工作接地，有特殊要求的本质安全接地，接地系统的连接方式应符合设计文件的规定。

9.5.6 无防雷要求单独设置仪表专用接地装置时，接地体应符合下列规定：

- 接地体埋入深度应符合设计规定，当设计没有作出规定时，接地体顶部与装置地平标高大于等于 0.6m；
- 水平接地体宜选用镀锌 4mm×40mm 扁钢、 $\phi 8$ mm 圆钢或同等规格不锈钢挖沟埋设，垂直金属接地体可直接打入地坑内，接地体之间间距应符合设计规定，当设计没有作出规定时，其间距大于等于 5m；
- 接地体应采用低电阻率回填土，不应夹杂石块和建筑垃圾，不得有腐蚀性物质，并应分层夯实；
- 在高电阻率土壤区域，宜采用换土法、降阻剂法或其他新技术、新材料等措施满足接地装置的接地电阻。

9.5.7 单独设置仪表专用接地系统时，如设计文件或制造厂未规定时，应符合下列规定：

- 仪表系统保护接地电阻值小于等于 4 Ω ；
- 屏蔽接地和工作接地小于等于 10 Ω ；
- 本质安全回路接地和其他仪表接地电阻应符合产品技术文件的要求。

9.5.8 接地系统施工时，应及时作好隐蔽工程记录。

10 测量管道的安装

10.1 一般规定

10.1.1 仪表工程中的金属管道的施工及验收，除执行本规程外，还应执行 GB 50517 中的有关规定。

10.1.2 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 3501 的有关规定。

10.1.3 测量管道内外表面的灰尘、油、水、铁锈等污物均应进行清理，达到清洁畅通，管段应临时封闭，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。

10.1.4 碳素钢管敷设前应将管材外表面进行防腐处理。

10.1.5 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。

10.1.6 测量管道安装在便于操作和维修的位置，不宜敷设在有碍检修、易受机械损伤、腐蚀、振动及影响测量的位置。

10.1.7 测量管道安装位置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。

10.1.8 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。

10.1.9 测量管道的弯制宜采用冷弯方法，高压管宜一次冷弯成型。高压钢管的弯曲半径宜大于管子外径的 5 倍，其他金属管的弯曲半径宜大于管子外径的 3.5 倍，塑料管的弯曲半径宜大于管子外径的 4.5 倍，管子弯制后，应无裂纹和凹陷。

10.1.10 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。

10.1.11 螺纹连接的密封填料应均匀附着在管道的螺纹部分；连接后，应将连接处外部清理干净。

10.1.12 测量管道连接时，其轴线应一致。当采用卡套式接头连接时，安装和检验应符合产品技术文件的具体要求。

10.1.13 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。

10.1.14 测量管道与仪表连接时，不应使仪表承受机械应力。

10.1.15 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。

10.1.16 仪表管道应采用管卡固定在支架上。当管道与支架间有相对运动时，应在管道与支架间加软垫。

10.1.17 不锈钢管固定时，不应与碳钢材料直接接触。

10.1.18 测量管道引入仪表盘、柜、箱时，其引入孔处应密封。

10.1.19 测量管道安装完毕后，应检查，不得有漏焊、堵塞和错接的现象。

10.2 测量管道安装

10.2.1 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。

10.2.2 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 15m。

10.2.3 测量管道焊接前，应将仪表设备与管路脱离。

10.2.4 无腐蚀性和粘度较小介质的压力、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) 测量流量安装的两只平衡容器隔离器，应保持在同一个水平线上，平衡容器入口管水平允许偏差为 2mm；
- d) 垂直工艺管道上流量测量管道的取压引出方式见图 10.2.4：当介质为液体时，负压管应向下倾斜，见图 10.2.4a)；介质为蒸汽时，正压管向上倾斜，见图 10.2.4b)；
- e) 常压工艺设备液位测量管道接至变送器正压室，带压工艺设备液位测量时，一般选用工艺设备下部取压管接至变送器正压室，上部与变送器负压室连接。

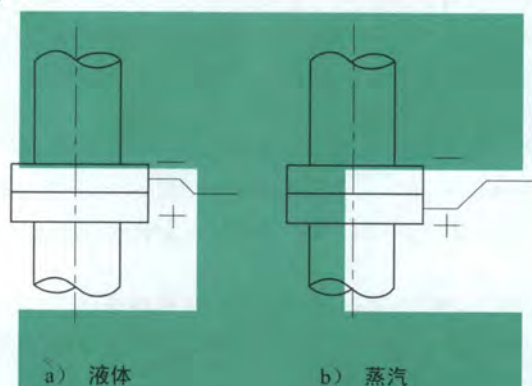


图 10.2.4 垂直工艺管道上流量测量管道的取压引出方式

- 10.2.5 仪表测量管道的水平敷设应保持 $1/10 \sim 1/12$ 的斜度，测量液体介质进变送器前，不允许出现“n”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。
- 10.2.6 测量管道在穿过墙体、平台或楼板时，应安装套管。管子接头不得放在套管内。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。
- 10.2.7 测量管道与高温工艺设备和管道连接时，应采取热膨胀补偿措施。
- 10.2.8 测量差压用的正压管及负压管应敷设在环境温度相同的地方。
- 10.2.9 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 50mm。与易燃、易爆介质的工艺管道热表面的距离宜大于 150mm，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。
- 10.2.10 测量管道的焊接应符合下列要求：
 - a) 对不锈钢管或质量要求严格的测量管道焊接宜采用氩弧焊或承插焊（承插焊单独列）；
 - b) 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。
- 10.2.11 阀门安装前，应按设计文件核对其规格、型号（包括垫片），并按介质流向确定其安装方向，阀门安装位置应便于操作。
- 10.2.12 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。
- 10.3 有毒、高温高压、可燃介质测量管道安装
 - 10.3.1 管道敷设前应对管子、管件、阀门进行外观检查，其表面应符合下列要求：
 - a) 无裂纹、锈蚀及其他机械损伤；
 - b) 螺纹、密封面加工良好，精度、粗糙度等符合设计文件要求。
 - 10.3.2 管道组成件应按相应标准进行表面质量检查和尺寸抽样检查，尺寸应符合制造标准，尺寸抽检数量应为每批 5%，且不少于一件。

- 10.3.3 管路焊接阀门安装前,应逐个对阀体进行液压强度试验,试验压力为公称压力 1.5 倍,5min 无泄漏为合格。
- 10.3.4 阀门阀座密封面应作气密试验,气密试验应按 SH 3518 的规定执行,并作记录。
- 10.3.5 SHA 级管道上的测量管道弯制时,宜选用壁厚有正偏差的管子。
- 10.3.6 管道对接焊时,应清理管子内外表面,在 20mm 范围内不得有油漆、毛刺、锈斑、氧化皮及对焊接有害的物质。
- 10.3.7 $DN > 25$ 的高压测量管道焊口宜做射线检测。
- 10.3.8 $DN \leq 15$ 的高压测量管道可不进行表面无损检测,承插焊接部位宜做着色检查。
- 10.3.9 安装高压螺纹法兰时,应露出管端螺纹的倒角,安装透镜垫前应在管口及垫片上涂抹防锈脂(脱脂管道除外)。
- 10.3.10 高压管、管件、阀门、紧固件的螺纹部分,应抹二硫化钼等防咬合剂,但脱脂管路除外。
- 10.3.11 高压法兰螺栓拧紧后,螺栓宜露出螺母 2 扣~3 扣。
- 10.3.12 管道焊接应有焊接工作记录。
- 10.3.13 管道连接件安装前,应检查其密封面,不得有影响密封性能的缺陷。
- 10.3.14 连接件选用的垫片、密封填料应符合设计文件要求,非金属垫片应平整光滑,边缘应切割整齐。
- 10.3.15 有毒、可燃介质的测量管道安装,应作好详细的施工记录,并在测量管道上作明显标识。
- 10.3.16 高压、耐腐蚀特殊合金钢测量管道应按工艺焊接评定要求施焊,宜委托工艺管道专业焊接。
- 10.4 分析取样管道安装
- 10.4.1 分析取样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。
- 10.4.2 分析取样管道的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。
- 10.4.3 分析取样管道应整齐布置,并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。
- 10.4.4 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。
- 10.5 隔离与吹洗管道安装
- 10.5.1 隔离管道敷设时,应在管线最低位置安装隔离液排放装置。
- 10.5.2 对挥发较强的液体、气相易凝的介质进行差压液位测量时,测量管道应安装隔离器。
- 10.5.3 吹洗管道敷设时,吹洗管接入点应靠近根部阀。
- 10.5.4 吹洗管道阀门的安装位置应便于操作。
- 10.5.5 吹洗管道的限流孔板尺寸应符合设计文件要求。
- 10.6 测量管道试验
- 10.6.1 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规范规定后,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。
- 10.6.2 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。
- 10.6.3 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,试验时应逐步缓慢升压,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,以不泄漏为合格。
- 10.6.4 液压试验应选用清洁水,试验压力为设计压力 1.5 倍,当达到试验压力后,稳压 10min,再将试验压力降至设计压力,停压 10min,以压力不降、无渗漏为合格。管道材质为奥氏体不锈钢时,水的氯离子含量不得超过 50mg/L。试验后应将液体排净。冬天进行水压试验时,应采取防冻措施,试验后立即将水排净,并应进行吹扫。
- 10.6.5 试验用的压力表精度不应低于 1.5 级,刻度上限应为试验压力的 1.5 倍~2 倍,并应有有效的检定合格证书。

- 10.6.6 压力试验过程中,若发现泄漏现象,应先泄压再作处理。处理后,应重新试验。
- 10.6.7 压力试验合格后,应在管道另一端排放,以检查管道堵塞,然后拆除压力试验用的临时堵头或盲板。
- 10.6.8 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。
- 10.6.9 测量管道压力试验时,不得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。当试验压力不超过差压变送器的静压力时,可打开三阀组平衡阀进行压力试验。
- 10.6.10 压力试验合格后,应作好试验记录。

11 仪表气源管道和信号管道的安装

11.1 气源管道

- 11.1.1 仪表工程中的气源管道供气,应符合 SH/T 3020 中的规定。
- 11.1.2 气源管道的安装应符合设计文件的规定,宜避开有碍检修、易受机械损伤、振动和腐蚀之处。
- 11.1.3 气源管道应与需要绝热的工艺设备和管道绝热层的厚度保持一定距离。
- 11.1.4 气源管道主管布管形式一般选用支干式。支管从主管上取气,主管上的每个取气端设有切断阀,见图 11.1.4-1。对气源压力的稳定性有较高要求时,主管的布管形式可选用环形供气方式。支管可从环形的气源主管任一处取气,环形主管在总管上两处取气,并分别在取气端各设一个切断阀,形成环形。见图 11.1.4-2。

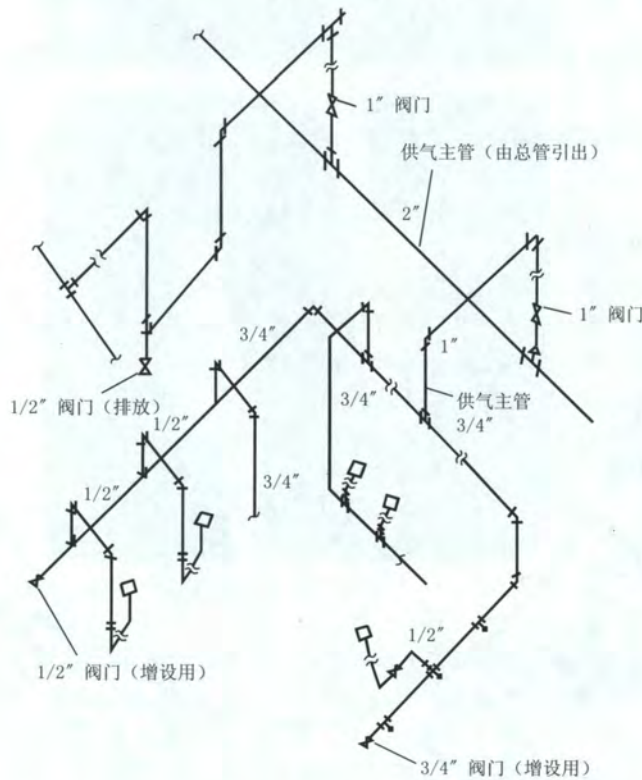


图 11.1.4-1 支干式供气系统配管示例

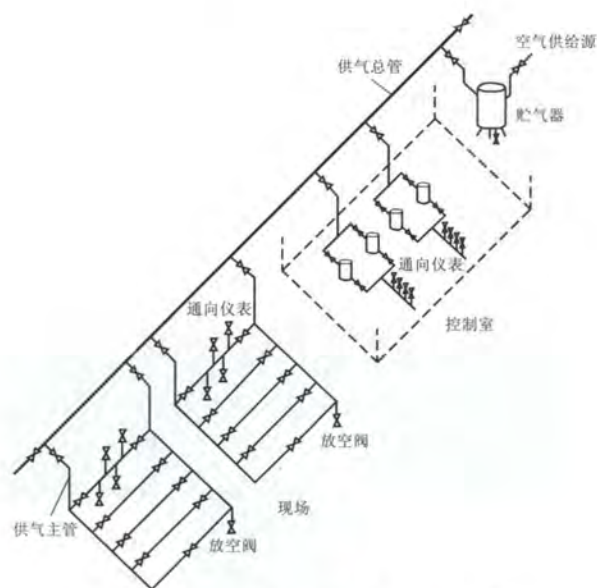


图 11.1.4-2 环形供气系统配管示例

11.1.5 气源管道的管径可根据供气点确定，参见表 11.1.5，特殊供气点的供气点数，应由设计另行确定。

表 11.1.5 供气系统配管管径选取范围表

管径	DN15	DN20	DN25	DN40	DN50	DN65	DN80
	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
供气点数	1~4	5~15	16~25	26~60	61~150	151~250	251~500

11.1.6 气源管道应采用机械方法切割，切口表面应平整、无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口等。

11.1.7 气源管道采用镀锌钢管时，应用螺纹连接，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。

11.1.8 水平主管上的支管引出口，应在主管的上方，主管上应留有备用接口。

11.1.9 气源管道的螺纹加工应采用无油套丝设备进行，并应及时清除螺纹处的污物。

11.1.10 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。

11.1.11 气源管道的配管应整齐、美观，其末端和集液处应安装排污阀，排污管口应远离仪表、电气设备及接线端子。排污阀与地面之间应留有操作空间。

11.1.12 气源管道应采用管卡固定在支架上，固定应牢固。

11.1.13 管道支架制作与安装，应符合本规程 8.2 条的规定，并宜与仪表线路的敷设统一考虑。

11.2 气动信号管道

11.2.1 气动信号管道、管缆敷设前，应进行外观检查，不得有明显的损伤，金属管道敷设前应进行校直。

11.2.2 气动信号管道的安装路径宜短，配管应固定牢固、横平竖直、整齐美观，宜减少拐弯和交叉。

11.2.3 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。

11.2.4 金属气动信号管道弯制时，应用弯管器冷弯，且弯曲半径不得小于管子外径的 3 倍。弯制后，应无裂纹、凹陷、皱折、椭圆等现象。

11.2.5 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℃。

11.2.6 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:

- a) 防止机械损伤及交叉接触摩擦;
- b) 应留有适当的备用长度;
- c) 固定时应保持其自然度,弯曲半径应大于管缆外径的 8 倍;
- d) 管缆的分支处应加管缆盒。

11.3 气动管道的压力试验与吹扫

11.3.1 气动管道压力试验,应采用空气或氮气,并应执行本规程 10.6 条的有关规定。

11.3.2 气源系统安装完毕后应进行吹扫,并应符合下列规定:

- a) 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;
- b) 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;
- c) 排出的吹扫气应用白布或涂白漆的靶板检验,1min 内靶板上无铁锈、尘土、水份及其他杂物时,即为吹扫合格。

11.3.3 气动信号管道气密性试验时,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。

11.3.4 气源系统吹扫完毕后,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。

11.3.5 压力试验和气密性试验应作好记录。

12 仪表伴热系统的安装

12.1 蒸汽、热水伴热

12.1.1 仪表工程中仪表及管道伴热和绝热,应符合 SH/T 3126 中的规定。

12.1.2 伴热管道的安装应符合设计文件的规定,且管端应靠近取压阀或仪表,不得影响操作、维护和拆卸。

12.1.3 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。

12.1.4 伴热管道通过液位计、测量管道的阀门、冷凝器、隔离器等附件时,应加装活接头。

12.1.5 重伴热的伴热管道与测量管道应紧密相贴;轻伴热的伴热管道与测量管道之间不应直接接触。

12.1.6 差压仪表的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。

12.1.7 伴热管道应与测量管道捆扎在一起,捆扎间距宜为 800mm,固定时不应过紧,应能自由伸缩。

12.1.8 各分支管均应设切断阀。

12.1.9 供汽点应设在整个蒸汽伴热管的最高点,管路不能有“U”型弯,应在最低点设置排放阀。

12.1.10 伴热管安装前,内部应保持清洁,畅通。蒸汽伴热的供汽系统,当供汽点分散时,宜采用分散供汽。如图 12.1.10 中 a) 所示,当供汽点较集中时,宜采用蒸汽分配器集中供汽,如图 12.1.10 中 b) 所示。

12.1.11 供汽管路应保持一定坡度。回水管路应保持一定坡度排污。

12.1.12 蒸汽伴热回水系统应与供汽系统相对应,分散回水时,宜就近将冷凝液排入排水沟或回水管道;集中回水时,设回水总管。

12.1.13 排入排水沟的回水管管端应伸进沟内,距沟底约 20mm。

12.1.14 蒸汽回水管道应在管线吹扫之后安装疏水器,并宜安装于伴热系统的最低处,疏水器应处于水平位置,方向正确,排污丝堵朝下。

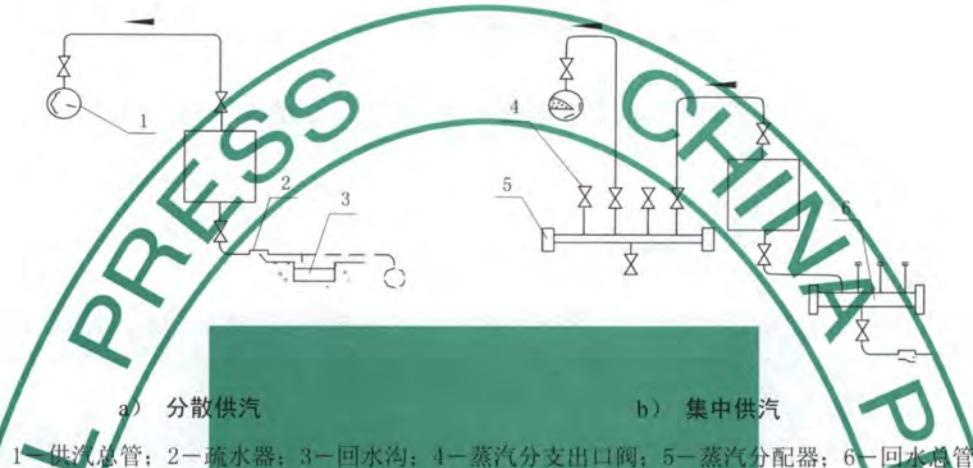


图 12.1.10 蒸汽供汽示意

- 12.1.15 热水伴热的供水管道宜水平取压，接水点应在热水管的底部，伴管的集气处，应有排气装置。
- 12.1.16 伴热管道安装后，应进行水压试验，试验压力为设计压力 1.5 倍。
- 12.1.17 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。
- 12.1.18 全部试验合格后应按设计文件要求进行管道保温，仪表工程绝热见附录 G。
- 12.2 电伴热
- 12.2.1 电伴热安装前应进行外观和绝缘检查。外观应无破损、扎孔和缺陷，用 500V 兆欧表测试其绝缘电阻值不应小于 $1M\Omega$ 。
- 12.2.2 敷设电伴热线时，不应损坏绝缘层，敷设后应复查电伴热线的绝缘电阻值。
- 12.2.3 电伴热带可平行或缠绕在管道及设备，平行安装时电伴热线宜紧贴在管道侧面或侧下方。
- 12.2.4 电伴热线宜每隔 800mm 用耐热胶带固定，在管道弯曲、分支等处尚应增加固定点。
- 12.2.5 电伴热宜用铝包带从下到上缠绕。
- 12.2.6 多根电伴热线的分支应在分线盒内连接，在电伴热线接头处及电伴热线末端均应涂刷专用密封材料。
- 12.2.7 仪表箱内的电热管、板应安装在仪表箱的底部或后壁上。

13 仪表系统试验

13.1 一般规定

13.1.1 仪表在投入运行前，应进行系统试验。

13.1.2 系统试验应具备下列条件：

- 仪表设备按照设计文件和本规程的要求安装完毕，验收合格；
- 取源部件位置适当，正、负压管正确无误，测量管道经吹扫、试压合格；
- 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；
- 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；
- 电气回路已进行校线及绝缘检查，接线正确、牢固，接触良好、标识正确；
- 接地系统完好，接地电阻符合设计文件规定；
- 电源电压、频率、容量符合设计文件要求；
- 总开关、各分支开关和熔断器容量符合设计文件要求；
- 过程控制系统完成调试，已具备使用条件。

13.1.3 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，并具有熟练的调试技术。

13.1.4 系统试验应配备相应的调试仪器和通讯联络工具。在做联锁试验时，相关试验设备都应设在试验位置。

13.1.5 参加系统调试的施工人员应会同监理单位、建设单位、设计单位共同进行试验，并应及时做好系统试验记录。

13.2 检测与调节系统试验

13.2.1 检测系统的调试应符合下列规定：

- a) 在系统的信号发生端输入模拟信号；
- b) 当系统的误差超过上述规定值时，应单独调校系统内各单元仪表、检查线路或管路；
- c) 系统校验点不得少于 0、50%、100% 三点；
- d) 系统试验用的标准表精度不应高于系统误差值；
- e) 热电阻测温系统试验，应拆开热电阻端子上的连接线，将电阻箱或温度校验仪接入线路，替代热电阻输入信号进行校验。

13.2.3 热电偶测温系统试验，应拆开热电偶端子上的补偿电缆（导线），将毫伏信号发生器或温度校验仪接入线路，替代热电偶输入信号进行校验。

13.2.4 多点测温系统应对重要测点输入信号进行指示校验，并用切换开关逐点切换，各测温点均应指示环境温度，做断偶试验时仪表指示极限位置。

13.2.5 智能仪表组成的回路，宜用编程器从现场仪表端加入相应的模拟信号进行系统试验。

13.2.6 其他类型仪表应从现场端输入相应的信号进行系统试验。

13.2.7 调节系统的调试应符合下列规定：

- a) 按设计文件的规定检查调节器及执行器的动作方向（需完善）；
- b) 在系统的信号发生端给调节器输入模拟信号，检查其基本误差、软手动的输出保持特性以及自动和手动操作的双向切换性能；
- c) 通过调节器或操作站的输出向执行器发送控制信号，检查执行器执行机构的全行程动作方向和位置应正确，执行器带有定位器时应同时试验；
- d) 当调节器或操作站上有执行器的开度和起点、终点信号显示时，应同时进行检查和试验。

13.3 报警系统试验

13.3.1 系统中的压力开关、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，应根据设计文件提出的设定值进行参数整定。

13.3.2 报警系统试验应按如下要求进行：

- a) 根据逻辑因果原理图，绘出系统的因果关系动作状态表；
- b) 在外部线路不接入的情况下，对仪表盘内部各仪表进行动作状态检查；
- c) 在全部线路接通的情况下，从现场端输入相应的模拟/数字试验信号，按动作状态表进行检查。

13.3.3 报警盘内部动作状态试验：

- a) 按试验按钮，报警信号灯应全部亮；
- b) 报警输入端接点接入模拟信号，使各报警回路均处于正常状态；
- c) 逐个短接（或断开）事故输入接点，使报警回路逐个处于报警状态，按动作状态表检查灯光和音响信号，在报警、消铃、复位状态下，灯光和音响应符合状态表的要求。

13.3.4 在外部线路全部接通的情况下，应进行报警系统模拟输入试验，试验步骤如下：

- a) 向系统供电，检查各报警回路的灯光应与现场各接点的状态相符；
- b) 在回路的输入端，从现场输入相应的模拟试验信号，音响、灯光变化应符合设计文件要求，

消音和复位按钮应正常工作；

- c) 对每一个报警回路重复 b) 的步骤进行试验；
- d) 在上述检查中如发现与设计文件不符时，应检查外部线路、报警设定值及报警元件。

13.4 联锁保护系统和程序控制系统试验

13.4.1 联锁保护系统和程序控制系统应根据逻辑图进行试验检查，确保系统灵敏、准确、可靠。

13.4.2 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。

13.4.3 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。

13.4.4 系统试验中应与相关专业配合，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。

13.4.5 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要求。

13.4.6 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。

13.4.7 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。

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

13.4.9 大型机组的联锁保护系统其启动、停车联锁系统模拟试验应满足下列要求：

- a) 任一条件不满足时，机器应不能启动；
- b) 所有启动条件均满足时，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，均应满足设计文件要求；
- e) 启动、运行、停车时音响、灯光均应符合设计文件要求。

13.4.10 程序控制系统（PLC）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。

14 工程验收

14.1 交接验收条件

14.1.1 仪表面台设备的校准和试验合格，且调试记录完整。

14.1.2 仪表工程中的取源部件、仪表管道、仪表线路、仪表供电、供气和供液系统、仪表设备和装置的安装完毕，并符合设计文件、产品技术文件及本规程的规定。

14.1.3 仪表工程的 ESD、回路试验进行完毕，并符合设计文件和本规程的规定时，即可中间交工。

14.1.4 仪表工程经 72h 连续正常运行后，即为负荷运行合格，建设单位应正式接收仪表工程，施工单位向建设单位移交工程保管责任并转入生产运行。

14.2 交接验收

14.2.1 按系统进行 ESD、回路试验时，应由施工单位负责，生产单位配合。试验合格的仪表系统，经施工、生产单位双方检查签字后，不得再随意动用，逐项交生产单位做负荷试运行准备工作。

14.2.2 系统的负荷试运行过程应由生产单位负责组织，施工单位配合保运。

14.2.3 仪表因特殊原因而未完成的仪表项目及无条件试运行的分析器、调节仪器，应根据具体条件和生产情况，由生产和施工单位双方确认，共同协商处理，并办好移交手续。

14.2.4 交工和过程技术文件参见 SH/T 3503 和 SH/T 3543 内容。

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
ACS	Advanced Control System	先进控制系统
A/D	Analog/Digital	模数转换
AI/AO	Analog Input/Analog Output	模拟输入/模拟输出
A/M	Automatic/Manual	自动/手动
AMS	Equipment Manage System	设备管理系统
AS	Air Supply	气源
AVG	Average	平均
CAL	Calibration	校验
CAS	Cascade	串级控制
CCR	Central Control Room	中央控制室
CHR	Chromatograph	色谱
CPU	Central Processing Unit	中央微处理器
CRT	Cathode-ray tube.	阴极射线管屏幕显示器
D/A	Digital/Analog	数模转换
DC	Direct Current	直流电
DCS	Distributed Control System	分散控制系统
DDC	Direct Digital Control	直接数字控制
DI/DO	Digital Input/Digital Output	数字输入/数字输出
DIP	Dual In-line Package	拨码地址开关
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read Only Memory	电可擦写只读存储器
E/P	Electrical/Pneumatic	电/气
EPROM	Electrically Programmable Read Only Memory	电可编程只读存储器
ESD	Emergency Shutdown System	紧急停车系统
EWS	Engineer Work Station	工程师工作站
FAT	Factory Acceptance Testing	工厂验收测试
FC	Fail closed	故障关
FCS	Fieldbus Control System	现场总线控制系统
FGDS	Fire & Gas Detection System	火灾和气体检测系统
FO	Fail Open	故障开
FOC	Fibre Optic Cable	光纤电缆
F.S	Full Scale	满量程
F.S.C	Fail Safe Control System	故障安全控制系统
HART	Highway Addressable Remote Transducer	高速通路寻址远程传输
HDD	Hard Disk Drive	硬盘驱动器
HMI	Human Machine Interface	人机接口
HSE	Health Safety Environment	健康安全环境
IA	Instrument Air	仪表空气
IFO	Internal Orifice PLate	内藏孔板
I/O	Input/Output	输入/输出接口

表 A 缩略词对照表 (续)

英文缩写	英文全称	中文
IGNTR	Igniter	点火、引燃
IPS	Instrumentation Protected System	仪表保护系统
JB	Junction Box	接线箱
JHA	Job Hazard Analysis	工作危险性分析
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示器
LCN	Local Control Network	局域控制网
LCP	Local Control Panel	就地控制盘
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LEL	Lower Explosion Limited	可燃气体爆炸下限
MAN	Manual	手动
MAN/IT	Maintenance	维护
MAX	Maximum	最大
MCC	Motor Control Center	马达控制中心
MIN	Minimum	最小
MIS	Management Information System	管理信息系统
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 Repair	平均故障修复时间
MV	Manipulate Value	输出值
NC	Normally Closed	常闭
NO	Normally Open	常开
OP	Operate Value	输出值
OS	Operator Station	操作员站
PC	Personal Computer	个人计算机
PCS	Process Control System	过程控制系统
PES	Programmable Electronic System	可编程控制系统
PFD	Probability of Failure on Demand	要求故障概率
PHA	Process Hazard Analysis	过程危险分析
PID	Proportion、Integral、Differential	比例、积分、微分
P&ID	Process&Instrumentation Diagram	工艺管道及仪表流程图
PI/PO	Pulse Input、Pulse Output	脉冲输入/脉冲输出
PLC	Programmable Logic Controller	可编程控制器
PV	Process Value	测量值
RAM	Random Access Memory	随机存取存储器
ROM	Read Only Memory	只读存储器
RTD	Resistance Temperature Detector	热电阻
RTU	Remote Terminal Unit	远程控制终端
SAT	Site Acceptance Testing	现场验收测试
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	数据采集与监视控制系统
SIF	Safety Instrumented Function	安全仪表功能
SIS	Safety Instrumented System	安全仪表系统
SP	Set Point	设定值
ST	Smart Transmitter	智能变送器
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	传输控制协议/以太网协议
UPS	Uninterrupted Power System	不间断电源

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	输入灵敏度: 5mV~500V/div; 带宽: 40MHz
压力校准仪	准确度: 0.05% 满度; 电流测量: 0~24mA, 分辨率: 0.001mA, 准确度: 0.025%+1 个字; 回路电源: 24Vdc±10%
过程校准仪	温度、压力、电流、电压、频率、记录等综合检测及信号发生系统, 0.1 级~0.01 级
数字压力发生器	0~20kPa、0~200kPa, 精度: 0.05%; 自动步进功能
数字标准压力计	0~130kPa, 0.02 级; 电流测量: 0~24mA, 分辨率: 0.001mA, 0.01 级; 回路电源: 24Vdc
温度校准仪	RTD 和热电偶的测量和输出, 0.02 级; 回路电源: 24Vdc±10%
热电偶校准仪	测量/模拟热电偶; 量程: -200℃~1800℃, 取决于具体型号, 分辨率: 0.1℃, 准确度: 0.3℃+10μV
铂电阻 (RTD) 校准仪	测量/模拟 RTD; 量程: 15Ω~3200Ω, 分辨率: 0.1Ω, 准确度: 0.1Ω~1Ω
回路校准仪	mA 源、仿真和测量: 0~24mA, 0.02% 的精度和 0.001mA 的分辨率; 回路电源: 24Vdc±10%; 电压测量: 0~28Vdc, 量程: 0~28Vdc, 0.025% 的精度和 1mV 的分辨率
标准压力表	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
标准真空压力表	0~100kPa 绝压 0.35 级
活塞式压力计	0~6MPa; 0~60MPa 0.2 级
低频信号发生器	0~20V, 0~200kHz
便携式直流电位差计	0.01mV~121mV ±0.1 级
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 0.02 级
微型恒温油槽	-30℃~120℃, 50℃~650℃, 分辨率: 0.1℃; 稳定性和一致性: ±0.05℃; 精度: ±0.4℃
冰恒温器	广口冷藏瓶
Ⅱ级标准玻璃温度计	-32℃~302℃, 分度值: 0.1℃
Ⅱ级铂热电阻	-200℃~0℃, 0~500℃
接地电阻测试仪	0~20Ω 精度: 0.1Ω
转速校验仪	30 r/min~40000r/min, 准确度: ±0.5%
手动压力测试泵	0~1000kPa
手动液压测试泵	0~70MPa
手动真空测试泵	真空~-85kPa
小型空压机	0.6 MPa
百分表	0~50mm; 分度值: 0.01mm
游标卡尺	0~150mm; 分度值: 0.02mm
秒表	—
对讲机	—

附录 C
(资料性附录)
温度测量仪表检测元件插入深度

温度测量仪表检测元件插入深度见表 C。

表 C 温度测量仪表检测元件插入深度

分类	工艺管径 D_N		≤ 25	40	50	80	100	150	200	250	300	350	≥ 400
温度计套管	直插	$L=80$	120	120	120	120	160	160	200	200	250	250	320
		$L=120$	160	160	160	160	200	200	200	250	250	320	320
	斜插 45°	$L=100$	120	120	120	160	160	200	250	250	320	320	320
		$L=140$	160	160	160	200	200	250	250	320	320	320	320
	弯头	$L=100$	200	200	200	200	200	250	250	320	320	320	320
		$L=140$	250	250	250	250	250	320	320	320	320	320	320
热电偶 热电阻 温度计	直插	$L=80$	150	150	150	150	150	150	200	200	250	250	300
		$L=120$	150	150	150	150	200	200	250	250	300	300	300
	斜插 45°	$L=100$	150	150	150	150	150	200	250	250	300	300	400
		$L=140$	200	200	200	200	200	250	250	300	300	400	400
	弯头	$L=100$	200	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300
		$L=140$	250	250	250	250	300	300	300	300	300	300	300
双金属 温度计	直插	$L=80$	150	150	150	150	150	150	200	200	250	250	300
		$L=120$	150	150	150	150	200	200	250	250	300	300	300
	斜插 45°	$L=100$	150	150	150	150	150	200	250	250	300	300	300
		$L=140$	200	200	200	200	200	250	250	300	300	400	400
	弯头	$L=100$	200	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300
		$L=140$	250	250	250	250	200	300	300	300	300	300	300
注 1: L 管嘴长度。 注 2: 粗线左边需要扩大管径。 注 3: 插入深度单位为 mm。													

附 录 D
(规范性附录)
节流装置上下游直管长度

锐孔板（喷嘴）和文丘里管要求上游侧最小直管段长度采用国际标准 ISO 5167 《用孔板、喷嘴、文丘里管测量圆管内流体的流量》中的数据。

表 D.1 孔板、喷嘴和文丘里喷嘴所要求最短直管段长度

最小值管段直径比 $\beta=(d/D)$	阻力件 一个 90° 弯头或三通（流体 仅从一个 支管流出）	节流件上游侧组流件形式和最短直管段长度						下游侧（包 括表中 所列的 所有 组流件）
		在同一平 面上的两 个或多个 90° 弯头	在不同平 面上的两 个或多个 90° 弯头	渐缩管（在 1.5D 到 3D 长度 内，由 2D 变为 D）	渐扩管（在 1D 至 2D 长 度内，由 0.5D 变为 D）	球形阀 全开	全孔球形 阀或闸阀 全开	
≤0.20	10（6）	14（7）	34（17）	5	16（8）	18（9）	12（6）	4（2）
≤0.25	10（6）	14（7）	34（17）	5	16（8）	18（9）	12（6）	4（2）
≤0.30	10（6）	16（8）	34（17）	5	16（8）	18（9）	12（6）	5（2.5）
≤0.35	12（6）	16（8）	36（18）	5	16（8）	18（9）	12（6）	5（2.5）
≤0.40	14（7）	18（9）	36（18）	5	16（8）	20（10）	12（6）	6（3）
≤0.45	14（7）	18（9）	38（19）	5	17（9）	20（10）	12（6）	6（3）
≤0.50	14（7）	20（10）	40（20）	6（5）	18（9）	22（11）	12（6）	6（3）
≤0.55	16（8）	22（11）	44（22）	8（5）	20（10）	24（12）	14（7）	6（3）
≤0.60	18（9）	26（13）	48（24）	9（5）	22（11）	26（13）	14（7）	7（3.5）
≤0.65	22（11）	32（16）	54（27）	11（6）	25（13）	28（14）	16（8）	7（3.5）
≤0.70	28（14）	36（18）	62（31）	14（7）	30（15）	32（16）	20（10）	7（3.5）
≤0.75	36（18）	42（21）	70（35）	22（11）	38（19）	36（18）	24（12）	8（4）
≤0.80	46（23）	50（25）	80（40）	30（15）	54（27）	44（22）	30（15）	8（4）
对于 所有 的直 径比 β	组流件				上游侧最短直管段			
	直径大于或等于 0.5D 的对称骤缩				30（15）			
	直径小于或等于 0.03D 的温度计套管和插孔				5（3）			
	直径在 0.03D 和 0.13D 之间的温度计套管和插孔				20（10）			
注 1：表列数值位于节流件上游或下游的各种组流件与节流件之间所需的最短直管段长度。								
注 2：不带括号的值为“零附加不确定度”的值。								
注 3：采用括号内的值为“0.5%附加不确定度”的值。								
注 4：直管段长度均以工艺管道直径 D 的倍数表示。它应从节流件上游端面量起。								

表 D.2 经典文丘里管要求上游侧最小直管段

直径比 β (d/D)	单个 90° 短半径 弯头	在同一平面 上两个或多 个 90° 弯头	在不同平面 上两个或多 个 90° 弯头	在 $3.5D$ 长度 内由 $3D$ 变为 D 的渐缩管	在 D 长度范围 内由 $0.75D$ 变 为 D 的渐扩管	全开球阀 或闸阀
0.30	0.5	1.5 (0.5)	(0.5)	0.5	1.5 (0.5)	1.5 (0.5)
0.35	0.5	1.5 (0.5)	(0.5)	1.5 (0.5)	1.5 (0.5)	2.5 (0.5)
0.40	0.5	1.5 (0.5)	(0.5)	2.5 (0.5)	1.5 (0.5)	2.5 (1.5)
0.45	1.0 (0.5)	1.5 (0.5)	(0.5)	4.5 (0.5)	2.5 (1.0)	3.5 (1.5)
0.50	1.5 (0.5)	2.5 (1.5)	(8.5)	5.5 (0.5)	2.5 (1.5)	3.5 (1.5)
0.55	2.5 (0.5)	2.5 (1.5)	(12.5)	6.5 (0.5)	3.5 (1.5)	4.5 (2.5)
0.60	3.0 (1.0)	3.5 (2.5)	(17.5)	8.5 (0.5)	3.5 (1.5)	4.5 (2.5)
0.65	4.0 (1.5)	4.5 (2.5)	(23.5)	9.5 (1.5)	4.5 (2.5)	4.5 (2.5)
0.70	4.0 (2.0)	4.5 (2.5)	(27.5)	10.5 (2.5)	5.5 (3.5)	5.5 (3.5)
0.75	4.5 (3.0)	4.5 (3.5)	(29.5)	11.5 (3.5)	6.5 (4.5)	6.5 (3.5)
注 1: 最短直管段的长度均以工艺管道直径 D 的倍数表示。 注 2: 上游侧直管段从上游取压口平面量起。管道粗糙度应不超过市场上可买到的光滑管子的粗糙度 ($K/D \leq 10^{-3}$)。 注 3: 不带括号的值为“零附加不确定度”, 括号内的值为“0.5%的附加不确定度”。 注 4: 弯头的弯曲半径等于或大于管道直径。 注 5: 位于喉部取压口下游至少 4 倍喉部直径处的管件或后其他组流件不影响测量的不确定度。						

附 录 E
(资料性附录)
总线仪表通讯调试表

总线仪表通讯调试表见表 E. 1、表 E. 2、表 E. 3、表 E. 4。

表 E. 1 FF 端口通讯数据校验统计表

		FF 端口通讯数据校验统计表		工程名称: 单元名称:	
网段图号		网段识别码 (ID)		日期	
网段和设备从 DCS 组态数据库下装后校验:					
校验参数	标准值	第一次校验统计值	第二次校验统计值	结果	
总无效响应次数	<50 或 恒定				
总堆栈拒绝请求次数	<50 或 恒定				
总本地堆栈错误次数	<50 或 恒定				
总请求超时次数	<50 或 恒定				
总 DII 重试次数	<50 或 恒定				
FMS 初始次数	<50 或 恒定				
FMS 中断次数	<50 或 恒定				
SM 设置地址次数	<50 或 恒定				
SM 识别次数	<50 或 恒定				
使用现场总线监视器测试网段通讯:					
测试名称	显示结果	测量值	备注		
电源功率调节器					
LAS 链路调度器					
FF 网段设备数量					
最低网段电压					
Noise Pk 峰值噪声					
Noise Av 平均噪声					
更新设备图标					
Invert 设备极性反向图标					
技术负责人: 质量检查员: 试验人:					

表 E.2 FF 端口通讯数据校验统计表

		FF 设备通讯数据校验统计表										工程名称:	
		FF 仪表设备序号、位号										单元名称:	
校验参数 (<50 次)	校验次序	1	2	3	4	5	6	7	8	结果			
中断接收次数	第一次校验												
	第二次校验												
初始发送次数	第一次校验												
	第二次校验												
中断发送次数	第一次校验												
	第二次校验												
Pcr 超时接受次数	第一次校验												
	第二次校验												
在线设备列表上仪表 轮巡被检出次数	第一次校验												
	第二次校验												
遗漏设备查看列表上 扫描次数	第一次校验												
	第二次校验												
技术负责人:		质量检查员:								校验人:		年 月 日	

表 E.3 现场总线电缆检查表

[illegible]

67

附录 F
(规范性附录)
补偿电缆（导线）型号、规格

补偿电缆（导线）型号、规格见表 F。

表 F 补偿电缆（导线）型号、规格

所配热电偶分度号	补偿导线型号	代号	等级	使用温度范围 ℃	补偿导线合金丝		绝缘层着色		护套着色		绝缘层材料及护套材料	热电动势 μV	
					正极	负极	正极	负极	一般用	耐热用		100℃	200℃
N (镍铬-镍 镍硅热电 偶)	NC	NC-G	一般用普通级	0~70	铁	铜镍 18	红	灰	普通极	黑	灰	V.V V.V	2774
		NC-H	耐热用普通级	0~100									
		NC-GS	一般用精密级	0~200									
		NC-GS	耐热用精密级	0~70									
		NC-HS	一般用精密级	0~100									
	NX	NX-G	一般用普通级	0~200	镍铬 14 硅	镍硅	红	灰	普通极	黑	灰	F.B V.V V.V	5912
		NX-H	耐热用普通级	-20~70									
		NX-GS	一般用精密级	-20~100									
		NX-GS	耐热用精密级	-20~200									
		NX-HS	一般用精密级	-20~70									
E (镍铬-镍 铜热电偶)	EX	EX-G	一般用普通级	-20~100	镍铬 10	铜镍 45	红	棕	普通极	黑	灰	F.B V.V V.V	6317
		EX-H	耐热用普通级	-20~200									
		EX-GS	一般用精密级	-20~70									
		EX-GS	耐热用精密级	-20~100									
	JX	JX-G	一般用普通级	-20~200	铁	铜镍 45	红	紫	普通极	黑	灰	F.B V.V V.V	5268
		JX-H	耐热用普通级	-20~70									
J (铁-铜镍 热电偶)	JX	JX-GS	一般用精密级	-20~100					普通极	黑	灰	F.B	10777
		JX-HS	耐热用精密级	-20~200									

表 F 补偿电缆(导线)型号、规格(续)

所配热电偶分度号	补偿导线型号	代号	等级	使用温度范围 ℃	补偿导线合金丝		绝缘层着色		护套着色			绝缘层材料及护套材料		热电动势 μV	
					正极	负极	正极	负极	一般用	精密极	耐热用			100℃	200℃
T (铜-铜镍热电偶)	TX	TX-G	一般用普通级	-20~70	铜	铜镍 45	红	白	黑	灰	黑	灰	黄	4277	9285
		TX-H	耐热用普通级	-20~100											
		TX-GS	一般用精密级	-20~200											
		TX-HS	耐热用精密级	-20~70											
S 或 R (铂铑 10-铂铑 13-热电偶)	SC 或 RC	SC-G	一般用普通级	-20~100	铜	铜镍	红	绿	黑	灰	黑	灰	黄	645	1440
		SC-H	耐热用普通级	0~70											
		SC-GS	一般用精密级	0~100											
	KCA	KCA-G	一般用普通级	-20~70	铁	铜镍 22	红	蓝	黑	灰	黑	灰	黄	4095	8137
		KCA-H	耐热用普通级	-20~100											
		KCA-GS	一般用精密级	0~70											
		KCA-HS	耐热用精密级	0~100											
K (镍铬-镍硅热电偶)	KCB	KCB-G	一般用普通级	-20~70	铜	铜镍 40	红	蓝	黑	灰	黑	灰	黄	4095	8137
		KCB-GS	一般用精密级	-20~100											
	KX	KX-G	一般用普通级	-20~70	镍铬 10 镍硅 3	镍硅 3	红	黑	黑	灰	黑	灰	黄	4095	8137
		KX-H	耐热用普通级	-20~100											
		KX-GS	一般用精密级	-20~200											
		KX-HS	耐热用精密级	-20~70											

注 1: 本表依据国家标准 GB/T 4989。
注 2: 字母 X—表示延伸型补偿电缆(导线), C—表示补偿型补偿电缆(导线)。
注 3: 符号 S—表示热电特性允许误差为精密级的; G—表示一般用补偿电缆(导线); H—表示耐热用补偿电缆(导线); V—聚氯乙烯材料(PVC); F—聚四氟乙烯材料; B—无碱玻璃纤维材料。

附录 G
(资料性附录)
仪表工程绝热

G.1 仪表工程的绝热(保温与保冷)施工,应按设计文件要求进行。

G.2 仪表工程绝热施工前应具备下列条件:

- a) 仪表设备及管路(管线)应安装完毕,并经压力试验合格;
- b) 仪表设备及管路(管线)表面的铁锈、油污应清除干净,并保持干燥。

G.3 表面处理:

- a) 需绝热的设备及管道,表面一般不涂防锈漆;
- b) 在制造厂已涂防锈漆的设备及部件,防锈漆可不除掉,但在绝热前,应将漆膜表面的污垢擦洗干净,对漆膜脱落和锈蚀部位,应将铁锈除净。

G.4 仪表管路(管线)的保温采用捆扎法施工,保温结构见图 G.4。

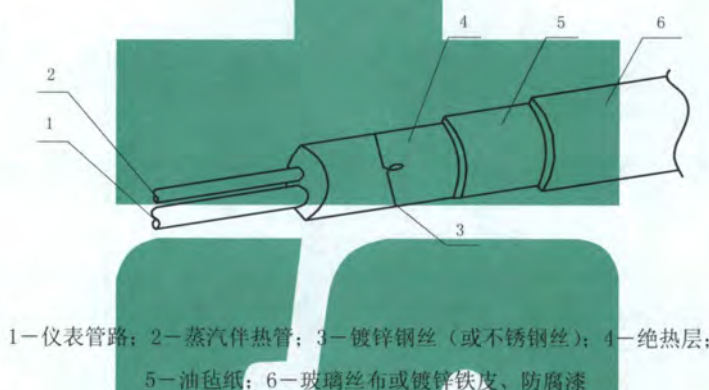


图 G.4 仪表管路保温结构

G.5 保温材料采用硅酸铝纤维棉(适用于工作温度小于等于 450℃)、岩棉或岩棉管壳(适用于工作温度小于等于 600℃)。直管段宜采用管壳,弯头或不规则表面及法兰连接处宜采用硅酸铝纤维绳缠绕。保冷材料应符合设计文件规定。

G.6 保温层的厚度设计无规定时,宜为 35mm;寒冷区为 40mm。保冷层的厚度应符合设计文件规定。

G.7 管壳的纵向接缝应互相错开,水平安装时接缝应朝下方。

G.8 绝热层外的防潮层可选用油毡纸,保护层选用镀锌铁皮或玻璃布带叠层缠绕外涂防腐漆。玻璃布带缠绕时的搭接性不得小于 50mm。

G.9 绝热层或防潮层应捆扎牢固,间距约 800mm,不得采用缠绕方式固定。

G.10 仪表设备、管路、阀门等绝热,应在系统气密、合格后方可进行施工。当条件不具备时,可先进行材质检查(包括垫片、螺栓和螺帽),然后进行绝热施工。绝热时预留焊口和连接位置,待系统试验合格后,再补作这些部位的绝热。

G.11 浮筒液面计和调节阀只对接触测量介质的测量部件和阀体部分进行绝热。

G.12 保冷的仪表设备、管路、阀门等应在系统干燥合格后施工。

G.13 在保冷的管路、设备上不应直接固定支架。

G.14 仪表管路的保冷结构见图 G.14。

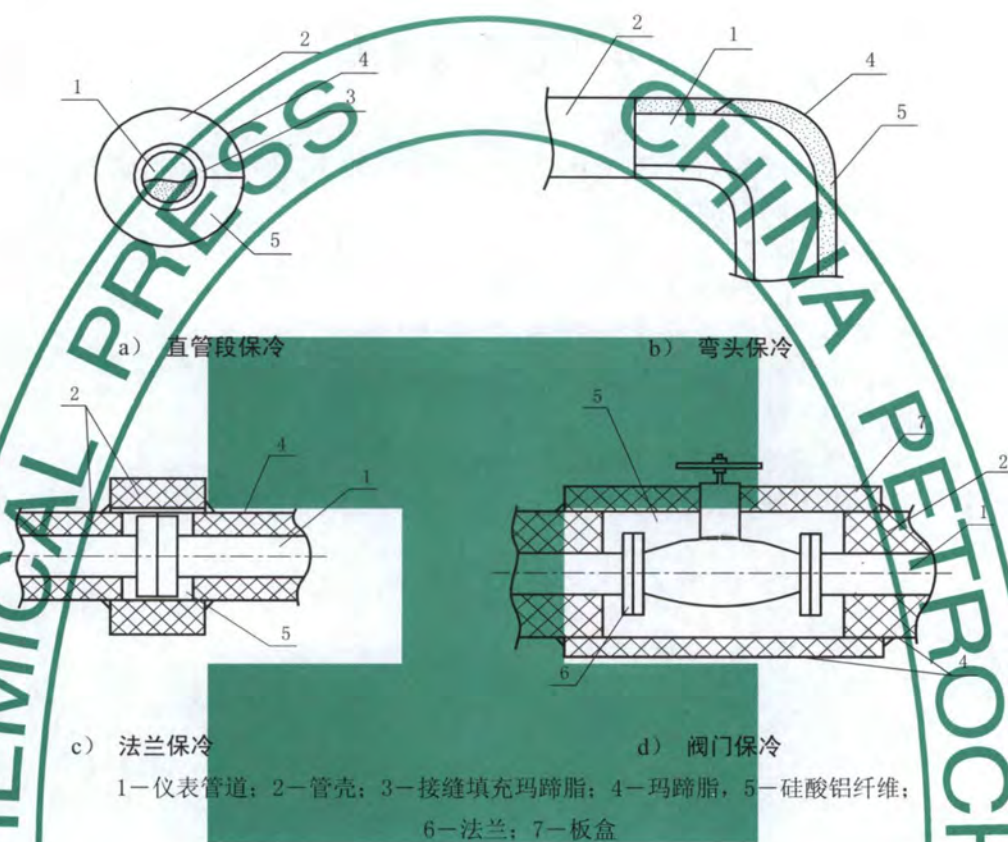


图 G.14 仪表管路保冷结构

G.15 绝热外包镀锌铁皮时，管弯外包铁皮应采用压制弯头或虾米腰，不得直角形连接。排管外包铁皮可采用长方形槽盒，当盒宽大于 500mm 时，应压制加强筋增加强度。镀锌铁皮外壳的接口应能防止水份进入，如图 G.15 所示。

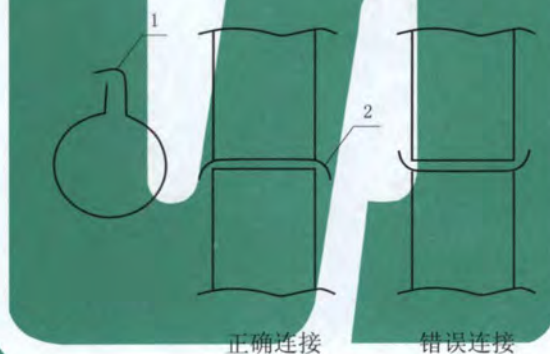


图 G.15 保温铁壳的施工

G.16 外包铁皮采用自攻螺钉固定时，使用钻头的外露长度应不大于 25mm，防止钻透管壁或外壳。

本规程用词说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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技术规程

SH/T 3521—2013

条文说明

2013 北 京

目 次

3 总则	77
5 仪表的校验与调整	77
5.1 一般规定	77
5.2 温度检测仪表	77
5.4 流量检测仪表	77
5.5 物位检测仪表	79
5.6 气动仪表	80
5.7 电动仪表	80
5.8 执行器	80
5.9 机械量检测监视仪表	80
5.10 在线分析仪表	80
5.11 可编程调节器及智能控制仪表	80
5.12 现场总线仪表	80
6 仪表设备安装	81
6.2 仪表盘、柜、箱和操作台安装	81
6.4 温度仪表安装	81
6.6 流量仪表安装	81
6.7 物位仪表安装	81
7 综合控制系统的安装与调试	81
7.1 一般规定	81
7.2 安装	82
7.3 分散控制系统(DCS)调试	82
7.4 可编程序控制器(PLC)和安全仪表系统(SIS)系统调试	83
7.5 现场总线(FCS)系统调试	84
7.6 数据采集与监视控制系统(SCADA)	84
8 仪表线路的安装	85
8.3 电缆槽的制作与安装	85
8.4 保护管的安装	85
8.5 电缆敷设	85
8.6 光缆敷设	86
8.7 补偿导线(电缆)敷设	86
9 接地工程	86
9.5 仪表系统接地	86
10 测量管道的安装	86
10.1 一般规定	86

10.2	测量管道安装	86
11	仪表气源管道和信号管道的安装	86
11.3	气动管道的压力试验与吹扫	86
12	仪表伴热系统的安装	86
12.1	蒸汽、热水伴热	86
12.2	电伴热	86
13	仪表系统试验	87
13.1	一般规定	87
13.2	检测与调节系统试验	87
13.3	报警系统试验	87

石油化工仪表工程施工技术规程

3 总则

3.2 该条是为处理国标和相关规范的关系所作的规定,本规程意在把相关规范 GB 50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》中的有关内容列入本规程中,以减少对上述相关规范的依赖程度,同时增加了仪表和其他专业的分工界限,以避免设计文件没有明确规定时出现专业之间的争执。

3.7 本条规定了仪表工程应具备的条件,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。通过对几个单位的调研,认为应在工艺配管完成70%的情况下,仪表开始施工比较合适。

5 仪表的校验与调整

5.1 一般规定

本章所指的仪表调校是指施工单位仪表出库后安装前的校验,称为一次调校。编写时我们考虑了与计量检定相结合的问题,建设工程中的仪表调校和计量法规中的计量检定是两个不同的概念。计量检定是对计量器具性能的全面性评定,而工程建设中的仪表调校是通过对仪表的校验与调整,使仪表性能满足工艺过程中检测、调节系统安全稳定运行的要求。因此,两者的依据、环境条件、项目及各自消耗的工日及使用的定额均不相同,计量检定的环境条件比仪表调校要求严格,计量检定的项目和消耗的工日比仪表要多,计量检定的依据是国家计量局颁布的计量检定规程,而仪表调校的依据是国家标准 GB 50093—2002《自动化仪表工程施工及验收规范》。在编写时,除依据 GB 50093—2002 以外,还参考了 HGJ 1079《化工仪表维护检修规定》。

5.2 温度检测仪表

5.2.1 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,是在征求意见稿的讨论会上商定的。

5.2.2 本条中提出双金属温度计、压力式温度计的示值校验不得少于两点,一般此类仪表应用要求不高,可在常态条件下采用简便方法,其中一点可以是室温,另一点是纯水沸点。

5.2.6 热电偶在施工现场条件下无法判定是否合格,一般是在现场做常规检查,如:套管及热电偶丝的腐蚀程度、焊点是否圆滑、端子是否氧化、热电偶接线盒密封是否良好等等。鉴定需要在实验室完成。

5.4 流量检测仪表

5.4.5 流量计(变送器)基本功能设置是保证智能仪表正确使用,正常运行基本条件,可在表头 LCD 现场显示设置基本功能,可采用现场通讯器或 HART-Modem 直接在便携式微机上,通过运行通用服务和组态软件检查;或采用随机带红外遥控设定器或设备内/外置操作键、旋钮、磁(棒)性开关键设置基本功能。相关参数很多,例如:

- 1) 按照工艺流程要求,设置测量主变量 PV(质量流量、体积流量、标准体积流量)和单位(如: kg/h、m³/h 等);设置流体介质类型,如选择“液体”或“气体/蒸汽”;
- 2) 设置密度、温度、压力补偿单位(如 kg/m³、℃、MPa 等);
- 3) 分配多组内置累积计算器的输入变量(质量流量、体积流量、标准体积流量分配给不同的累

- 积计算器)、单位(质量为 g、kg、t, 体积为 cm^3 、 dm^3 、 m^3 、mL、hL、ML, 标准体积为 NL、 Nm^3)、工作模式(计量正向、反向和净流量)、累积量、溢出值, 根据实际工况宜设置;
- 4) 累积计算器失效模式、清零设置, 一般设置失效模式为“停止累积”, 直到错误被确认; 所有累积计算器“清零”选项应为“否”, 仪表正式投用前可人工清零;
 - 5) 分配多组模拟输出变量或偏差设置, 根据 DCS 要求, 他们可以是质量流量、体积流量、标准体积流量、密度、介质温度等测量值或偏差, 量程对应标准输出信号为 4mA~20mA;
 - 6) 分配多组脉冲/频率/继电器输出变量或偏差设置, 根据 DCS 接口要求, 他们可以是质量流量、体积流量、标准体积流量、密度、介质温度的 PV 值或偏差; 量程对应频率输出信号为起始频率~结束频率; 量程对应脉冲当量输出信号为单位脉冲(宽度)流量; 继电器输出一般只定义为各类变量和偏差的报警或介质流向;
 - 7) 设置状态输入, 如触点、脉冲;
 - 8) 设置模拟输入, 根据工艺要求有温度、压力补偿信号, 量程对应标准输入信号为 (4~20) mA;
 - 9) 对于液体介质检查“空管检测”设置, 需要将仪表筒体流体处于满管状态, 并静止 $V=0\text{m/s}$ 状态下, 方可正确调整空管修正系数, 这时 LCD 显示的相对电导率一般为 100%, 然后按工艺要求在 500%~999%设置“空管”报警门限值。利用 HART 协议设置报警门限值;
 - 10) 设置小流量切除: 根据工艺、设计要求, 液体介质小流量的切除, 一般可参考流速 $V=0.04\text{m/s}$ 工况下预置, 智能质量流量计见表 1, 智能电磁流量计见表 2。

表 1 质量流量计(变送器)在流速 $V=0.04\text{m/s}$ 工况下预置

公称直径/mm	8	15	25	40	50	80	100	150
小流量切除/(kg/h)	8	26	72	180	300	720	1200	2600

表 2 智能电磁流量计(变送器)在流速 $V=0.04\text{m/s}$ 工况下预置

公称直径/mm	8	15	25	40	50	80	100	150
小流量切除/(m^3/h)	0.001	0.003	0.006	0.018	0.03	0.072	0.12	2.5

投表前或操作条件下的零点校正非常重要, 质量流量计出厂时采用最高级别计量标定进行了试验, 出厂鉴定报告和铭牌上标有由此得来的稳定零点值, 一般不需要零点校正, 当小流量时, 精度要求高(如贸易结算), 极端的过程和操作条件下, 工艺提出要求配合计量部门等特殊情况下例外。

- 11) 对于分体式流量变送器设置, 传感器出厂标定号码、管道口径、流量零点修正常数、励磁电流与标牌的一致性。配管内径和流量计内径不匹配会造成标定 k 系数的偏差, 这样可消除成流场扭曲;
- 12) 设置测量阻尼时间, 按照工艺要求选择长阻尼时间用于稳定显示和输出, 短阻尼时间用于稳定大扰动采样过程控制特别有效;
- 13) 验算单位脉冲流量与下游二次仪表和 DCS 要求一致性, 参考公式 1 核对应一、二次仪表 I/O 组态参数、操作画面、趋势记录的 PV 值显示:

$$\text{脉冲当量} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{单位脉冲}} \right) = \frac{\text{最大流量} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)}{3600(\text{s}) \times \text{最大流量时输出频率}(\text{Hz}) \left(\frac{\text{m}^3}{\text{cp}} \right)} \dots\dots\dots (\text{式 } 1)$$

5.4.6 超声波流量计的设置分基本参数和通讯参数, 如设置通道 CH1, CH2 的 I/O 的 mA、RTD 等, 通讯数据, 如 MODBUS 协议、串接口、波特率、奇偶校验位、通讯地址等。

5.5 物位检测仪表

5.5.1 浮筒液面变送器或调节器，是由检测、变送和调节三部分组成，校验手段由水校法、法码法和介质实测法，以水校法为最通用校验方法，方便、可靠、可操作性强，故本条规定的比较详细、具体。本条是以其他介质换算成水代替介质进行换算，重点列出了计算公式。

5.5.4 智能放射性同位素物位计的校验应按 GB 18871 和产品技术文件的要求编写放射性测量仪表调试方案，由于放射性仪表的特殊性，调试方法、项目各有不同，实际操作应以说明书为准。放射源匹配调整是仪表调试、标定的重要环节，对于不同的协议设置，HART 协议为 0~15；PROFIBUS—PA 协议为 1~126；FF 协议不需要，可采用现场通讯器或 Modem 直接在便携式微机上，通过运行通用服务和组态软件检查；或采用 LCD 现场显示设置基本功能。

5.5.7 智能超声波物位计基本功能设置可采用现场通讯器或 Modem 直接在便携式微机上，通过运行通用服务和组态软件检查；或采用随机带红外遥控设定器或设备内/外置操作键、旋钮、磁（棒）性开关键和 LCD 现场显示设置基本功能，根据工艺设备条件设置有不同的容器物理参数：

- 1) 罐体形状，拱顶罐、平顶罐、球罐、水平卧罐、旁通管、导波管、露天料池；
- 2) 测量介质，液体、固体；
- 3) 工艺控制条件，平稳液面、动态液面、带搅拌器液面、固态粉料；
- 4) 线性化校正，对于不规则容器，工艺要求对应体积、重量输出时，输入变送器线性化数据表，通过计算或工艺配合向容器注入物料并检尺，得到不同组对应的“物位值←→体积”或“物位值←→重量”数据，根据工艺测量精度要求，可以采集 3 组以上的数据。

5.5.8 智能微波、导波雷达液位计参数设置与其介质性质关系密切，相关参数很多，例如：

- 1) 探头末端极性选择，真对罐内实际探头固定方式，如果固定探头的附件为金属导体，探头底部选择“接地”，则末端信号为“+”，固定探头附件为绝缘材料，探头底部选择“隔离”，则末端信号为“-”，探头不固定，探头底部选择“悬浮”；
- 2) 探头长度校整，根据工艺要求，将液体覆盖探头作为“零点”，选择仪表自动校正，配合工艺罐内检尺确认；
- 3) 核对设计工艺介质介电常数，如设计未说明，可参考表 3、表 4 要求定义：

表 3 智能微波雷达液位计核对设计工艺介质介电常数

介质分类	定义介电常数 (ϵ_r)	液体、浆料、污泥	
A	1.4~1.9	非导电液体	液化气
B	1.9~4		苯、甲苯、石油
C	4~10		浓酸、有机溶剂、脂、苯胺、酒精、丙酮
D	>10	导电液体	水溶液、稀释的酸、碱

表 4 智能导波雷达液位计核对工艺介质介电常数

介质分类	定义介电常数 (ϵ_r)	固体	液体
1	选择未知		
2	1.4~1.6		压缩气体：液氢、液氮、液氧、CO ₂
3	1.6~1.9	塑料粉末	液化石油气：丙烯、氟里昂、溶剂
4	1.9~2.5	水泥、碳酸钙	矿物油、燃料油
5	2.5~4.0	沙、石	乙烯、甲苯
6	4.0~7.0	盐类	氯苯、氯仿、苯胺
7	>7.0	金属粉末、煤、焦炭	水溶液体、酒精

5.6 气动仪表

本条仅保留基地式指示调节器和带迁移机构气动差压变送器设备的调试，是考虑目前有部分老装置还在使用，计划下次修订取消。

5.6.1 气动仪表校验管线的泄漏将影响校验结果的真实性，故应做气密性试验。

5.6.3 基地式指示调节器允许误差的规定参考了 JJG（化）35—89《炼油厂维护检修规程及积算器检定规程》。

5.7 电动仪表

由于目前电动Ⅲ型仪表还在一些小的厂区出现，修订时仍保留了本条。本条以电动Ⅲ型仪表为主线，编写前参考了日本横河的 QIS 标准和炼油厂仪表维护检修规程及原石油工业部标准 SYB 4106《仪表工操作规定》。

5.7.7 智能调节阀的参数设置可采用现场通讯器，或磁棒的置入与置出触发定位器内的磁性开关和 LCD 显示，或直接在 DCS 操作站上进行仪表的组态和调整，如果设置不正确，调节阀则不工作，其主要存贮器组态参数：

- 1) 气源压力单位（psi、bar、kPa）；
- 2) 输入最大气源压力；
- 3) 执行机构类型（膜片式/气缸式）；
- 4) 阀门、反馈连接类型（直行程/角行程）；
- 5) 根据工艺要求阀门设定气开/气关控制方式。

5.8 执行器

5.8.2~5.8.3 根据国标 GB 50235《工业金属管道工程施工及验收规范》规定，低压阀门的强度及严密性试验抽查 10%，高、中压和剧毒、有毒、可燃介质的阀门应逐个进行强度和严密性试验，但调节阀在每个工艺装置中数量都不很多，且每一个调节阀都是比较重要的部件，故要求全部作强度试验。强度试验压力应为公称压力的 1.5 倍。

5.8.4 调节阀泄漏量试验的要求是根据国标 GB/T 4213—92《气动调节阀》编写的，本条只规定了常用的单座、双座调节阀的允许泄漏量，其他多种调节阀的允许泄漏量可查国标 GB/T 4213—92。

5.8.5 本条强调了事故切断阀及有特殊要求的调节阀应进行泄漏量试验，其他调节阀允许泄漏量大，试验条件难以达到时，不强调非做不可。

5.9 机械量检测监视仪表

机械量检测监视仪表是高速转动设备、大型透平压缩机组必不可少的测量仪表。近年来，使用最多的是美国 BENTLEY-NEVADA 公司的产品，本条是根据该厂说明书及现场安装调试经验编写而成，考虑此类型仪表在石油化工系统应用较多，故内容比较详细，调节方法介绍的比较具体。

5.10 在线分析仪表

5.10.1 分析仪表种类繁多，调试方法复杂，本规程不可能详细规定，只能指出要按照说明书进行校验，本节中提到的几种系为应用较广泛的分析仪表。

5.10.3 氧化锆分析仪主要参考了日本横河生产的 ZA8 型和 ROSEMOUNT 公司生产的 WORLD CLAES300 型氧化锆分析仪，其参数配置项目很多，原则上应符合燃料物理、化学、热学特性，一般由工艺设计人员或工艺工程师给出参数列表。

5.11 可编程调节器及智能控制仪表

由于当前带 CPU 智能调节器或其他智能仪表种类繁多，本条很难全面进行概括，因此具体调试过程要以产品说明书为准。调试的主要内容是组态检查、确认、输入/输出接口检查。

5.12 现场总线仪表

5.12.1 基金会总线协议变送器调试，可采用现场通讯器或直接在 DCS 操作站上进行参数设定，检验测量结果、信息、工作模式、状态值、诊断值。对现场通讯器进行自检，检查现场通讯器与仪表的通

讯情况,启动 FF 现场总线应用程序,现场通讯器充当网段临时 LAS(链路活动调度器);由块列表选择进入块菜单,按照设备随机资料功能块菜单树,应对功能块组态逐一进行检查。对于驻留在 FF 仪表设备内功能块中的每一个参数逐项完成核对。

5.12.3 在 EPA 防爆系统中,交换机放置在现场的防爆箱中,现场设备是本质安全设备。在本安系统中,每个本安设备通过三个安全栅和交换机相连,其中一个是同电源连接,一个是同 TX+和 TX-两个信号线连接,另外一个同 RX+和 RX-两个信号线连接。给交换机供电的电缆通过防爆的管道和挠性管接入防爆箱。本安仪表和交换机之间连接的安全栅,分为齐纳安全栅和隔离安全栅两种。如果采用齐纳安全栅,连接在齐纳安全栅的接地应采用单独的本质安全接地,而不是同其他的包括 DCS、PLC、现场仪表地接在一起的方式,并且本质安全接地的电阻要小于 1Ω 。而隔离安全栅的接地则不必使用专门的本质安全地,可以同处于安全区的接地系统连接在一起。根据网络负载的需求,确定电源的电压和功率。通过以太网供电的电压在 22.8V 到 35V 之间,设备可以正常工作的电压最小为 18V。在线上的压降取决于线缆的直流阻抗和设备工作所需的电流。在线缆上的电流限制在 0.2A 以下,如果设备需要超过 0.2A 的电流,需要使用外接电源。带中央微处理器的 EPA 智能变送器,可采用现场无线通讯器或直接在操作站上使用组态软件进行参数设定,组成微网段单表校验回路。现场通讯器可以直接连接到现场层的 HUB/交换机,此时适用于系统停车检验操作,如果在系统运行过程中需要进行检验,也可以将现场通讯器连接到监控层的 HUB/交换机,此时现场通讯器不干扰现场设备运行,通过网桥对设备进行操作。如果在监控层 HUB/交换机上放置无线接入点,现场通讯器可以通过无线对设备进行操作。

6 仪表设备安装

6.2 仪表盘、柜、箱和操作台安装

6.2.6 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。

6.4 温度仪表安装

6.4.2 为了便于观察和测量准确,直形水银温度计不得水平安装。

6.6 流量仪表安装

6.6.9 注意垂直管段安装的换能器,为获得弯管流场畸变后较接近的平均值,换能器安装在其上游弯管弯曲半径平面内,而且管道衬里和垢层不能太厚。衬里、锈层与管壁间不能有间隙。对于锈蚀严重的管道,可用手锤震击管壁,以震掉壁上的锈层,保证声波正常传播。换能器工作面与管壁之间保持有足够的耦合剂,不能有空气和固体颗粒,以保证耦合良好。

6.7 物位仪表安装

6.7.11 光学界面仪物理长度计算时应精确测量,计算后在探头上做好标记,一旦探针上端锁紧螺母固定后将无法改变插入深度,否则仪表将报废,打开阀门,用专用工具将探头感测器插入管壁固定,并挂上“禁止关阀”的警示牌。

6.7.10~6.7.11 目前国内施工中出现了新型的仪表,该 2 条为新型仪表中常用的磁致伸缩液位计和光学界面仪的安装。

7 综合控制系统的安装与调试

近几年来,随着自动化水平的提高,已经有越来越多的石油化工装置采用 DCS 对生产过程进行集中显示、分散控制,利用各种 PLC 来实现特殊工艺包、联锁保护及顺序逻辑控制。当前,PLC、DCS 系统品种繁多,每个系统的硬件体系结构和软件体系结构也不尽相同,本章结合近年来出现的各种系统,将其共性的安装、调试经验进行的概括和总结,对某种 PLC、DCS 进行具体安装和调试,尚需严格按照该生产厂家所提供的手册及有关的详细设计文件进行。

7.1 一般规定

7.1.2 机柜组件及配线的检查,是依据系统硬件配置图、网络组态文件及点分配文件,对所有的通道、网络、卡件接头、插件仔细进行检查。注意分配器、分支器的方向性,同轴电缆终端接头应用专用力矩搬手紧固。

7.1.3 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。

7.1.6 接地系统施工应严格按设计要求进行,接地极间距应大于 5m。

7.1.8 本条是对硬件设备存放地点的要求。当硬件设备内设真空包装,在不被破坏的情况下,可设置在普通仓库内存放。

7.1.10 该条要求施工单位对系统硬件设置进行检查记录,保证系统维护、卡件更换准确无误。

7.2 安装

7.2.3 此项内容不同于商检及进口设备的接、保、检工作。只是设备出库前,施工单位核对装箱单,并妥善保管硬件设备。

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

7.2.6 设备的硬件、软件逐一清点、核查工作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,包括软件资料。开箱清点出的备品备件,应交给业主进行保管,待设备调试期间再进行通电检查或等量更换使用。

7.2.7 考虑到活动地板的支撑力,为防止综合控制系统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。

7.2.10 此项工作是现场接收试验(SAT)的一个重要内容。制造商应在通电前都备有详细的记录单,对系统的各项硬件指标进行检测,在确认全部检测项目合格后,才可以进行通电检查。

7.3 分散控制系统(DCS)调试

7.3.1 配电盘通常有 UPS 和 NPS 两种,UPS 提供的电源,用于 DCS、PLC 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。

7.3.2 依据现场接收试验(SAT)的要求,DCS 通电前的检查、通电检查、系统软件应用软件下装、系统的启动、冗余测试、通讯测试、网络测试及外设设备的调试等需在制造厂代表的指导、协助下完成。在应用软件组态出现困难时,制造厂代表也应给予必要的指导、协助。

下装系统软件、应用软件、数据库文件及其他功能文件到硬盘或可改写 EPROM 中时,应根据每一个站、每一个节点的不同情况分别下装。硬盘的初始化及软件的下装过程应严格按照制造厂提供的手册进行。

DCS 上电后,对每一个卡件和设备都需进行至少 48h 的通电测试,以考察 DCS 硬件电气性能的稳定性,一般情况下,每个 DCS 产品都有自诊断程序和设备测试程序,对系统的工作状况及设备的性能随时进行监测,对于状态指示灯不正常、系统工作不正常的卡件,制造厂代表需无偿的更换或修理。DCS 产品的保修期应根据合同,在保修期范围内,任何在正常使用条件下发生问题的卡件或设备均需无偿免费修理或更换。

7.3.3 DCS 产品不同,其网络的构成也不相同,但测试过程大致相同。本章描述的是 TDC-3000 系统局域控制网络的测试过程。网络电缆一般为同轴电缆,有特殊的专用接头及特殊的固定长度,其冗余设计原则是当其中的一条发生故障时,其备用电缆能立即全面担负网络通讯任务,维持系统各节点、各操作站的正常运行。

7.3.4 此项工作是 CPU 的冗余测试,通过卡件上的状态指示灯,也能反映出冗余过程的执行情况。控制回路的组态程序及参数均存储在控制站相应功能卡件上,因此控制站的冗余性能是检测 DCS 工作

性能的一项重要指标。

7.3.7 系统组态决定 DCS 系统各个节点、各个工作站的操作权限、工作范围及操作能力,是发挥 DCS 潜能的重要工作,也是 DCS 系统正常运行的基本保证,系统组态检查需在制造厂代表的指导、协助下进行检查,系统组态不允许擅自更改。系统组态文件要作为最重要的文件单独备份和保存。

7.3.8 在进行此项工作之前,应详细记录 DCS 每一个卡件 DIP 开关的设置,了解 DIP 不同设置对卡件的影响。

对于模拟量输入回路,应核对输入卡件的回路供电方式是否与现场仪表相一致,记录每一个卡件的 DIP 开关的设置。对于自供电回路的仪表,在相应的端子上有 24V 电压,需用精密电阻箱和精密信号发生器加入输入信号,对于外供电方式的仪表,在相应的端子上检测不到信号电压,可利用精密信号发生器加入信号。当加入信号不在量程所规定的范围时,如断路或过载,在 CRT 上应显示坏值信息,并有相应的报警提示。对于报警设定值,如高报、低报也应同时进行检查。

对于数字量输入、输出回路,要注意考虑设计为正逻辑的一般原则,依据国际惯例,当工艺条件正常时,输入为“1”,输出为“1”,电磁阀励磁(带电);报警、故障或联锁条件下,输入为“0”,输出为“0”,电磁阀失电。所有的输入、输出回路要尽可能保持规则的一致性,例如,如果输入为“1”代表现场各种开关处于正常工艺条件下,为闭合接点。那么,所有类似回路要尽量保持“1”为正常条件。数字量输入输出卡应通过继电器与现场隔离。即现场接点尽量不要直接与数字输入、输出卡连接。

对于脉冲量输入回路,要注意考虑脉冲电压的大小及卡件脉冲频率的设置情况。

对于串控制回路和串级控制回路的调试,其检测过程与普通调节器相似,本条以茂名 30 万吨乙烯主装置为例列举了一些基本检查内容。

对于涉及 PV 运算、温压补偿、线性规划等复杂运算功能的检查,应依据设计文件规定加入模拟信号,检测计算或补偿后的结果与理论值之间的差值。有些 DCS 系统,例如 TDC-3000 系统可装入仿真软件,手动模拟现场的实际工艺状况,完成对各种复杂控制回路的调试。对于无仿真功能或需要闭环调节的回路,可组一些实验点,形成闭环系统,但测试完毕后立即还原为原状态。

7.3.9 串行通讯设备一般遵循 MODBUS 通讯协议。

本条 c) 项 RS232C 传输距离应为 15m,即使用调制解调器进行扩展,其最大传输距离也不应超过 50m,而 RS422、RS485 标准通讯接口,其传输距离宜在 2km 范围以内。

7.3.10 SIS 安全仪表安全联锁逻辑应与工艺操作人员及业主仪表人员共同进行检查。

7.3.11 考虑到对流程的熟练性及操作的方便性,此部分工作由工艺有关人员配合完成。

7.3.12 班报、日报、月报、年报功能的具体内容由工艺提出,其所记录的为一段时间内的平均值。

对于系统产生的杂记也需进行检查,系统产生的杂记包括:历史记录再现、操作过程记录、第一事故记录、最低优先级报警记录、控制点查询、组编辑及显示、报警器声频控制等内容。

7.4 可编程序控制器(PLC)和安全仪表系统(SIS)系统调试

7.4.2 PLC 和 SIS 通电检查需在制造厂代表或设计代表、监理、业主在场并且同意的情况下进行,对于自检不正常,或状态指示灯不正确的卡件,需无条件的更换或修理。

7.4.3 此项工作是检查 PLC 和 SIS 输入输出地址表与盘内信号配线是否相匹配。制造厂需提供检查、下装、维护、测试所必需的编程器或工作站。每一个卡件的 DIP 开关设置,决定了 PLC 各个卡件的地址及其所能实现的功能,应记录下来,以便以后维护方便。

对于模拟量输入回路,应仔细核对输入卡件的回路供电方式是否与现场仪表相一致,记录每一个卡件的 DIP 开关的设置,对于自供电回路的仪表,在相应的端子上有 24V 电压,需用精密电阻箱和精密电流表加入输入信号,对于外供电方式的仪表,在相应的端子上检测不到电压,可利用精密 mA 信号发生器加入信号。当加入信号不在量程所规定的范围时,如断路或过载,在编程器或 CRT 上,应显示坏值信息,并有相应的报警提示。对于报警设定值,如高报、低报也应同时进行检查。

对于数字量输入输出回路,注意应考虑设计为正逻辑的一般原则,依据国际惯例,当工艺条件正

常时,输入为“1”,输出为“1”,电磁阀励磁(带电);报警、故障或联锁条件下,输入为“0”,输出为“0”,电磁阀失电。所有的输入输出回路要尽可能保持规则的一致性,例如,如果输入为“1”代表现场各种开关处于正常工艺条件下,为闭合接点。那么,所有类似回路要尽量保持“1”为正常条件。数字量输入输出卡应通过继电器与现场隔离。即现场接点尽量不要直接与数字输入输出卡连接。

使用 PLC 提供的“FORCE”功能,可以方便的对数字输出点进行检测。测试完毕后,要还原成原状态,在同一时间内,不要对过多的点进行“FORCE”操作,以免损伤卡件。

7.4.4~7.4.8 PLC 的冗余测试,要根据设计图纸,对一切有冗余设计的卡件都进行冗余检查,如冗余电源、CPU 冗余、I/O 冗余、通讯冗余等。对于备用电池功能,也需进行检查。

7.4.9 对系统功能进行检查,应在制造厂代表的指导、协助下完成。对于较为复杂的 PLC 系统,系统功能包括逻辑组态、回路组态、系统自检、文件查找、文件编译和下装、维护信息、备份等功能。

7.4.10~7.4.11 此项工作需会同业主有关人员及设计人员共同进行,是对设计软件进行验收的过程,是调试过程中最复杂、技术要求最高、难度最大的一项工作。在许多情况下,设计单位,特别是专利商、总承包商往往不允许调试人员进入其软件系统进行检查,建设单位也认为此项工作由设计单位或专利商、总承包商负责,这个概念是错误的。设计单位及专利商、总承包商根据生产需要设计开发出的软件,应保证工艺操作能正常运作,保证系统的安全性及可靠性,保证操作的灵活性。对产品(硬件、软件、组态)进行的验收工作,应由监理、施工单位、业主共同进行,这里所作的调试工作,正是对上述性能的一次客观、综合的评价,在调试过程中及时发现问题,提出改进意见。

出于安全性的考虑,在进行此项工作之前,应对系统的所有软件进行备份。调试人员需受过该系统专门的培训,对系统构成、编程器的使用和操作非常熟悉。调试人员所做的工作只是对程序进行检查和测试,无权对软件进行任何修改,如发现问题,需及时联系设计有关人员,在设计人员同意后方可进行修改,修改需作详细的记录,修改后的软件要进行备份。

对逻辑功能进行测试,应依据逻辑原理图,从端子排上加入仿真信号,满足所有的输入条件,然后改变或撤掉一个条件,检查联锁的动作情况。

7.5 现场总线(FCS)系统调试

7.5.1 基金会现场总线(Foundation Fieldbus 简称 FF)主系统功能检查是 DCS 系统的常规调试,现场总线功能应依据网段图检查安装、调试过程。

7.5.3 主系统网络/网段的上电。在 DCS 接线侧,将主干线接到浪涌保护器上,并网段上电,将万用表设置成 DC,100V 档,通过测量浪涌保护器上的(+)与(-)端子上的电压来验证网段已经上电,期望的电压:22±5%VDC;测量(+)与(-)端子上的交流电压。将万用表设置成 AC,200mV 档。期望的电压范围是 500mV~900mV。

7.5.4 主系统网络/网段的通讯,使用现场总线监视器并挂接到网段上,专用监视仪 FBT-3 挂接在电源模块上,使用监视仪专用的测量连接器,通过逐次选择现场总线监视仪上的不同“模式”,进行各种项目的检测。

7.5.6 主系统的现场总线 I/O 设备都自动寻址,H1 网段上所有现场总线仪表都自动分配有各自独立的地址。利用系统资源管理(AMS)功能或 DCS 点分配功能,投运网段,在 DCS 工程师站检查获得各网段所有“待命”的现场总线仪表及 I/O 点分配数据库。

7.6 数据采集与监视控制系统(SCADA)

7.6.1 站控系统(Station Control System 简称 SCS)是由 PLC 组成的,所以参考第 7.4 条。

7.6.2 在组成 SCADA 以太网中互为冗余的一组服务器 IP 地址是唯一的,启动冗余服务器检查,在工作站上选择“运行”命令窗口,“ping”服务器 IP 地址,(如 ping 192. XXX. XXX. XX -t)当前将显示客户端连接服务器的情况,如分别关闭一台服务器,查看网络连接是否正常。

服务器端是以系统管理员身份登录,分级认证管理的根、域、组等目录树及按工艺要求设置数据库操作权限。

客户端是在各站控系统操作站上输入正确的域用户账号、密码以及登录域，可选择“网络用户”查验、更改域名；将未加入‘域’的工作站接入局域网中，通过“对等模式”可以访问网络的一般共享资源，不能访问有权限的共享资源，在域控制器上将工作站加入域后可以实现权限访问。

长输管道采用全同步方式 GPS 时间同步，调控中心设置 GPS 时钟服务器，SCADA 网络内部的所有设备以 GPS 时钟服务器的时钟为基准时钟进行对时，GPS 时钟同步，即整个 SCADA 网络中设备的时钟相同；修改一台工作站的时钟，系统能进行自动校正。

E-SERVER（web 服务器）、防火墙访问规则，通过（Internet）或办公网对 WEB 服务器的域名进行访问，调用所需实时、历史数据。按管理工作要求，增加/变更对 WEB 服务器访问的用户名、权限，保证 WEB 服务器的数据安全性。

对于企业型数据库（嵌入式控制）结构，SCADA 服务器直接与场站 PLC 数据交换。分布式数据库结构，采用容错以太网，SCADA 服务器直接与场站服务器数据交换。

对于冗余配置的 RTU，测试时分别关闭一台运行的主设备，从场站、调控中心的客户端上选择“运行”命令窗口，“ping”RTU 的 IP 地址，数据正常收发，系统应自动判断通讯线路故障和自动寻找通讯路由，SCADA 系统能自动切换到备用信道上同 RTU 进行通信。

对于热备配置的 RTU 系统，当主设备发生故障时，站场服务器、调控中心服务器应根据设备的故障信号或通信情况判断自动切换到处于热备状态的 RTU 上，并读取到处于热备状态 RTU 的数据。

7.6.3 “中控”模式情况下，各站分别接管控制权限，则保持“中控”模式的场站操作不受影响，改变站控权限内的工艺操作参数，调控中心（CDS）则实时监测。

7.6.4 以太网基于 web 的网络监视及管理，反应出远程仪表和站控系统的状态和故障分析，并通过调控中心的工程师站上控制网络设备及运行，网络能自动切换主/备信道。网络数据（交换机、路由器内存）组态加载，自动进入交互式对话，自动完成数据完整性校验。

7.6.5 远程终端控制（RTU）单元是通过电信 GPRS、CDMA、扩频、微波、卫星、载波等设备的通讯，建立调控中心与 RTU 联络。

8 仪表线路的安装

8.3 电缆槽的制作与安装

8.3.2 对需要现场制作的电缆槽的规定，对于成品电缆槽只要求有合格证即可安装。

8.3.6 汇线槽的滴水孔应从里向外开孔，是为了防止电缆槽内有毛刺损坏电缆绝缘层。

8.3.16 考虑电缆在电缆槽中的敷设厚度，保护管引出孔宜开在电缆槽上部，规定为三分之二以上，考虑塑料电缆穿孔时，容易划破保护层，最好用机械开孔，不得已用气焊开孔时，应打磨光滑，修补油漆。

8.4 保护管的安装

8.4.3 DN50 以上保护管弯制困难，最好采用标准弯头或预制弯头。

8.4.9 与检测元件或就地仪表连接的保护管管口应低于进线口约 250mm。当保护管从上向下敷设时应在管端加排水三通，目的是为了防止雨水进入检测元件或就地仪表。

8.5 电缆敷设

8.5.2 为了避免电缆的浪费，应对部分敷设长度进行实测实量，特别是较长的电缆，应对每盘电缆的敷设根数进行分配。

8.5.6 根据国外规范，电缆的分区应符合下列原则：

分区布置时：

E（electrical）为电源电缆、气动信号管缆；

S（signal）为联锁及其他回路电缆；

R（resister）为热电阻信号电缆；

T (thermometer) 为热电偶补偿导线、电缆；

I (intrinsical) 为本质安全电路电缆。

8.6 光缆敷设

8.6.1 由于光缆敷设前，应对其规格、型号有准确的了解才能分辨出敷设方向，所以要求光缆应符合设计要求并有质量证明文件。

8.7 补偿导线（电缆）敷设

8.7.3 国产补偿导线（电缆）的型号和极性可根据其芯线材质、芯线绝缘层的颜色及所配热电偶分度号来识别。

9 接地工程

9.5 仪表系统接地

9.5.1 工作接地包括信号回路接地和屏蔽接地。

10 测量管道的安装

10.1 一般规定

10.1.2 仪表管路与工艺系统是相连接的，分级应与工艺管道一致。

10.2 测量管道安装

10.2.4 仪表导压管管径小，射线检测有困难，超探因无小管径探头不能进行，SYB 4106《仪表工操作规程》规定 $\phi 14\text{mm} \times 4\text{mm}$ 及以下的高压管可不进行喷砂、无损检测等工作。因此本规程规定除有特殊要求外，一般不做射线检测。对特殊管路可做着色、磁粉检测。

10.2.12 高压管管件、阀门、紧固件的螺纹部分，应抹二硫化钼等防咬合剂，防止锈蚀及咬合，难以拆卸，但脱脂管线除外，以满足禁油要求。

10.6.4 操作压力与试验压力的换算：

操作压力 P	设计压力
$P \leq 1.8\text{MPa}$	$P + 0.18\text{MPa}$
$1.8\text{MPa} < P \leq 4.0\text{MPa}$	$P \times 1.1$
$P > 4.0\text{MPa}$	$P + 0.4\text{MPa}$
$P > 8.0\text{MPa}$	$P \times 1.05$

总结：设计压力取值操作压力 1.1 倍，就可以满足压力测验要求。

11 仪表气源管道和信号管道的安装

11.3 气动管道的压力试验与吹扫

11.1.3 气动管道供气方式按配管形式可分为单线式、支干式、环形供气方式。单线式用于分散布置或耗气量较大的供气点，应可能在气源干管上取气。

11.3.3 本条第 3 款当排出的吹出气体无固体尘粒、水、油等杂质，可采用白布、白纸或其他方法检验排出口气体，目测无上述杂质即为合格。

12 仪表伴热系统的安装

12.1 蒸汽、热水伴热

12.1.6 轻伴热一般适用于易汽化的介质或防冻伴热；重伴热一般适用于易凝聚的介质和冷凝聚的介质和冷聚剂；强伴热一般适用于易凝聚和冷凝剂、浮、筒、阀体等伴热。

12.2 电伴热

12.2.5 根据国外引进的电热带的施工方法和我国聚丙烯装置的施工经验。电热带应紧贴被伴热仪表

管，并在管道下方。

13 仪表系统试验

13.1 一般规定

13.1.1 系统试验是仪表施工的最后道工序，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。

13.1.2 系统试验应具备的条件也是按设计文件施工完毕的状态。

13.2 检测与调节系统试验

13.2.1 系统误差是系统内各单元仪表误差的均方根。本条 d) 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 系统误差忽略。

非 DCS 系统回路允许误差值参考公式计算：

$$\Delta B = \sqrt{(\Delta A_1)^2 + (\Delta A_2)^2 + \cdots + (\Delta A_n)^2} \quad \cdots \cdots \text{(式 2)}$$

式中：

ΔB ——检测系统的系统误差；

$\Delta A_1 \cdots \cdots \Delta A_n$ ——系统内单元仪表的允许基本误差。

13.3 报警系统试验

13.3.3 报警盘独立检查中，如与动作状态表不符时，则表示盘上接线及盘内元件设置逻辑出错。目前以模块化设计的系统中，其组态分正逻辑或负逻辑，分故障激励或故障失电。

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技术规程

SH/T 3521—2013

*

中国石化出版社出版

中国石化集团公司工程标准发行总站发行

地址：北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编：100011 电话：(010) 84271850

石化标准编辑部电话：(010) 84289937

读者服务部电话：(010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 6.25 字数 168 千字

2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷

*

书号：155114·0861 定价：80.00 元

(购买时请认明封面防伪标识)