

备案号:J 1818—2014

中华人民共和国化工行业标准



HG/T 20514—2014

代替 HG/T 20514—2000

仪表及管线伴热和绝热保温设计规范

Design code for tracing and insulation of instrument and impulse line

2014-05-06 发布

2014-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

中华人民共和国化工行业标准

仪表及管线伴热和绝热保温设计规范

Design code for tracing and insulation of instrument and impulse line

HG/T 20514—2014

主编单位：中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林设计院

批准部门：中华人民共和国工业和信息化部

实施日期：2 0 1 4 年 1 0 月 1 日

前 言

本规范根据工业和信息化部《关于印发 2010 年第一批行业标准制修订计划的通知》(工信厅科[2010]74 号文)和中国石油和化学工业联合会《关于转发工业和信息化部办公厅〈关于印发 2010 年第一批行业标准制修订计划的通知〉的通知》(中石化联质发[2010]222 号文)的要求,由中国石油和化工勘察设计协会委托全国化工自动控制设计技术中心站组织修订。

本规范自实施之日起代替《仪表及管线伴热和绝热保温设计规定》HG/T 20514—2000。

本规范经编制组广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在充分征求意见的基础上,修订完成。

本规范的主要技术内容:第 1 部分为仪表及管线伴热绝热方式,包括热水伴热、蒸汽伴热、电伴热、绝热及热水、蒸汽的重伴热和轻伴热;第 2 部分为绝热设计,包括绝热结构及绝热层厚度计算;第 3 部分为伴热系统的计算,包括热水用量、蒸汽用量、电伴热功率计算;第 4 部分为伴热系统的设计,包括热水、蒸汽、电伴热系统;第 5 部分为伴热系统的安装,包括热水、蒸汽伴热管线、疏水器、电伴热带的安装计算;第 6 部分为仪表保温箱,包括保温箱设置原则及组成、保温箱体分类、规格。

本规范与 HG/T 20514—2000 相比,主要变化如下:

1. 增补“术语”章节;
2. 增补“电伴热的功率计算”章节;
3. 增补“保冷绝热层厚度计算”章节;
4. 完善“保温材料”;
5. 增补“保温箱的选型要求”;

6. 正文中删除“热水用量、蒸汽用量”等计算过程,所有计算过程移至附录。在修改、补充原规定的基础上重新编排本规范的目次与内容。

本规范由中国石油和化学工业联合会提出并归口。

本规范的技术内容由中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林设计院负责解释。本规范在执行过程中如有意见和建议,请与中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林设计院联系(地址:吉林省吉林市昌邑区通潭大路东端经贸大厦 3 层,邮政编码:132002),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林设计院

参 编 单 位:大庆石化工程有限公司

中国寰球工程公司辽宁分公司

主要起草人:董 萍 王秋红 孙 旭 宋志远 任 泓

主要审查人:马恒平 孙建文 高 欣 于 锋 王 颖 张同科

徐继荣 周一鸣 张济航 何 蓉 吴天一 周江萍

目 次

1	总 则	(345)
2	术 语	(346)
3	伴热、绝热方式	(348)
3.1	伴热	(348)
3.2	绝热	(348)
3.3	伴热绝热设计温度	(348)
3.4	热水、蒸汽的重伴热和轻伴热	(348)
4	绝热设计	(350)
4.1	仪表测量管线的绝热结构	(350)
4.2	测量管线的绝热层、防潮层及保护层材料选用	(350)
4.3	绝热层厚度计算	(351)
5	伴热系统的计算	(352)
5.1	热水用量的计算	(352)
5.2	蒸汽用量的计算	(352)
5.3	电伴热的功率计算	(352)
6	伴热系统的设计	(353)
6.1	一般要求	(353)
6.2	热水伴热系统	(353)
6.3	蒸汽伴热系统	(354)
6.4	电伴热系统	(356)
7	伴热系统的安装	(358)
7.1	热水伴热管线的安装	(358)
7.2	蒸汽伴热管线的安装	(358)
7.3	疏水器的安装	(358)
7.4	电伴热带安装	(358)
8	仪表保温箱	(359)
8.1	保温箱设置原则及组成	(359)
8.2	保温箱体分类	(359)
8.3	保温箱的保温伴热方式	(359)
8.4	保温箱规格	(359)
附录 A	常用绝热材料性能	(360)
附录 B	常用保护层材料主要性能	(361)
附录 C	绝热层材料用量计算公式	(362)
附录 D	保护层材料用量计算公式	(363)

HG/T 20514—2014

附录 E	测量管线绝热层厚度计算公式	(364)
附录 F	保温箱保温绝热层厚度 δ_0 计算公式	(365)
附录 G	测量管线允许热量损失	(366)
附录 H	保冷绝热层厚度计算	(367)
附录 J	热水用量计算公式	(369)
附录 K	保温蒸汽用量计算公式	(370)
附录 L	电伴热的功率计算公式	(371)
附录 M	常用绝热材料导热系数修正值	(372)
附录 N	仪表测量管线单位长度散热量	(373)
附录 P	伴热总管及支管的管径计算	(374)
附录 Q	疏水器口径计算	(375)
本规范用词说明	(376)
引用标准名录	(377)
附:条文说明	(379)

Contents

1	General provisions	(345)
2	Terms	(346)
3	Type of tracing and insulation	(348)
3.1	Tracing	(348)
3.2	Insulation	(348)
3.3	Design temperature for tracing and insulation	(348)
3.4	Heavy tracing and light tracing for hot water and steam water	(348)
4	Insulation design	(350)
4.1	Insulation structure of instrument impulse line	(350)
4.2	Material selection for insulation layer, moisture proof layer & protection layer of instrument pipe line	(350)
4.3	Thickness calculation of insulation layer	(351)
5	Calculation of tracing system	(352)
5.1	Calculation of hot water consumption	(352)
5.2	Calculation of steam water consumption	(352)
5.3	Calculation of electrical consumption	(352)
6	Design for tracing system	(353)
6.1	General requirements	(353)
6.2	Hot water tracing system	(353)
6.3	Steam tracing system	(354)
6.4	Electrical heat-tracing system	(356)
7	Installation of tracing system	(358)
7.1	Installation of hot water tracing pipe line	(358)
7.2	Installation of steam tracing pipe line	(358)
7.3	Installation of steam trap	(358)
7.4	Installation of electrical heat-tracing	(358)
8	Instrument heat insulation box	(359)
8.1	Selection and composition of instrument heat insulation box	(359)
8.2	Type of instrument heat insulation box	(359)
8.3	Tracing and insulation type of instrument heat insulation box	(359)
8.4	Specification of instrument heat insulation box	(359)
Appendix A Common insulation material properties		(360)
Appendix B Common protection layer material properties		(361)
Appendix C Calculation formula for insulation layer material quantity		(362)

HG/T 20514—2014

Appendix D	Calculation formula for protection layer material quantity	(363)
Appendix E	Calculation formula for insulation layer thickness of pipe line	(364)
Appendix F	Calculation formula for insulation layer thickness of heat insulation box	(365)
Appendix G	Allowable heat loss of pipe line	(366)
Appendix H	Thickness calculation of cold protection insulation layer	(367)
Appendix J	Calculation formula of hot water consumption	(369)
Appendix K	Calculation formula of steam consumption	(370)
Appendix L	Calculation formula of electrical consumption	(371)
Appendix M	Common correction value of heat conductivity for insulation material	(372)
Appendix N	Heat dissipating of unit length for instrument pipe line	(373)
Appendix P	Diameter calculation for tracing main pipe and branch pipe	(374)
*Appendix Q	Size calculation of steam trap	(375)
	Explanation of wording in this standard	(376)
	Normative standards	(377)
	Addition; Explanation of provisions	(379)

1 总 则

1.0.1 为了统一仪表及管线的伴热和绝热设计在化工行业的技术要求,推进仪表及管线的伴热和绝热工程设计的规范化,达到技术先进、经济合理、安全适用的目的,制订本规范。

1.0.2 本规范适用于化工装置仪表及管线的伴热和绝热设计,包括应用范围、使用要求、材质选择、配管方式。

1.0.3 本规范规定了仪表及管线伴热和绝热的方式、伴热和绝热系统的设计、绝热层和保护层材料的选用、保温箱选型。

1.0.4 仪表及管线伴热和绝热保温设计除应符合本规范要求外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 绝热 insulation

为减少设备和管线内介质热量或冷量损失,防止人体烫伤、冻伤,在其外壁设置绝热层,以减少热传导的措施,是保温和保冷的统称。

2.0.2 保温 heat insulation

为减少设备、管线及附件向周围环境散发热量,对其外表面所采取的包覆措施。

2.0.3 保冷 cold insulation

为减少周围环境中的热量传入低温设备和管线内部,防止低温设备和管线外壁凝露,对其外表面所采取的包覆措施。

2.0.4 绝热层 thermal insulation layer

包覆于设备、管线外表面对维持介质温度稳定起主要作用的绝热结构。

2.0.5 防潮层 moisture resistant insulation layer

为防止水或潮气进入绝热层,在其外部设置的一层防潮结构。

2.0.6 保护层 jacketing

为防止绝热层或防潮层受外界损伤在其外部设置的一层保护结构。

2.0.7 绝热结构 thermal insulation construction

由绝热层、防潮层和保护层组成的结构综合体。

2.0.8 绝热材料 insulation material

为保温、保冷、防烫伤或稳定操作等目的而采用的具有良好绝热性能及其他物理性能的材料。

2.0.9 维持温度 maintain temperature

设计的伴热系统能使被伴热物体在设计条件下保持一定温度。

2.0.10 最高维持温度 maximum maintain temperature

电伴热系统能够连续保持被伴热物体的最高温度。

2.0.11 终端连接 end termination connection

相对于电源端的电伴热带的终端连接。

2.0.12 电伴热 electrical heat-tracing

利用电伴热带或其他电加热设施来补充被伴热物体在使用过程所散失的热量,以维持介质温度在某一范围内。

2.0.13 温度控制器 thermostat controller

能检测和控制电伴热系统温度或电伴热系统所处的环境温度的一种现场仪表或温度开关。它可在现场控制电伴热带的通电和断电,也可向外发出报警触点信号。

2.0.14 自限式电伴热带 self-regulating cable

由导电高分子复合材料均匀地挤包在两根平行导电金属线芯之间形成的电伴热器件及绝缘和护套构成的扁形带状电缆。其输出功率随温度变化而变化；可任意剪切或加长；可交叉敷设。

2.0.15 恒功率电伴热带 constant wattage cable

由母线、绝缘层、发热芯、护套、屏蔽层等组成，其单位长度输出功率恒定，可任意剪切或加长，不可以交叉重叠的电伴热带。

3 伴热、绝热方式

3.1 伴 热

3.1.1 仪表及管线伴热符合下列条件之一者应采用伴热：

- 1 在环境温度下有冻结、冷凝、结晶、析出等现象产生的物料测量管线和检测仪表；
- 2 不能满足最低环境温度要求的仪表。

3.1.2 处于露天环境的伴热绝热系统，环境温度应取当地极端最低温度；安装在室内的伴热绝热系统，环境温度应取室内最低温度。

3.1.3 仪表及管线伴热宜根据工艺伴热方式选取。

3.1.4 伴热方式分为热水伴热、蒸汽伴热、电伴热。伴热方式宜按下列规定选取：

- 1 伴热方式宜首选热水伴热；
- 2 在没有热水源的场合或采用热水伴热无法满足要求的检测系统可采用蒸汽伴热；
- 3 对环境的洁净程度要求较高的场所或要求对伴热系统实现精确温度控制或遥控和自动控制的场合可采用电伴热。

3.2 绝 热

3.2.1 仪表及管线伴热符合下列条件之一者宜采用保温绝热：

- 1 热流体的仪表检测系统；
- 2 当采用保温绝热方式可保证仪表和管线正常工作的情况；
- 3 伴热用的蒸汽管线或热水管线、冷凝回水管线、电伴热带等场合。

3.2.2 仪表及管线伴热符合下列条件之一者宜采用保冷绝热：

- 1 为防止或降低冷介质及载冷介质在仪表检测过程中温度升高；
- 2 为防止环境温度下仪表设备或管线外表面结露；
- 3 保冷设备和仪表相连的测量管线。

3.3 伴热绝热设计温度

3.3.1 伴热绝热设计温度应保持工艺介质在仪表测量管线及仪表内不冻结、冷凝、结晶、析出。

3.3.2 水介质的维持温度宜为 20℃ 以上，保温箱内的温度宜为：5℃～20℃。

3.4 热水、蒸汽的重伴热和轻伴热

3.4.1 伴热方式可分为重伴热和轻伴热。在被测介质易冻结、冷凝、结晶、析出的场合，仪表测量管线应采用重伴热；当重伴热会引起被测介质汽化或易分解时，应采用轻伴热或绝热。应根据介质的特性，按图 3.4.1 确定相应的伴热形式。

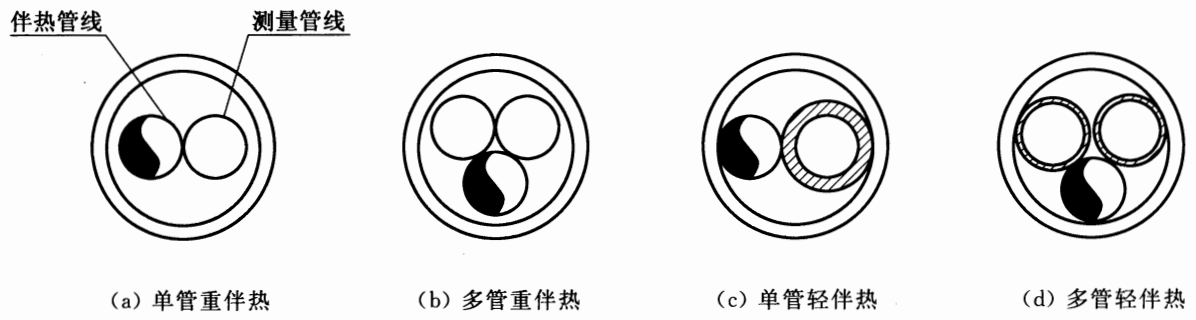


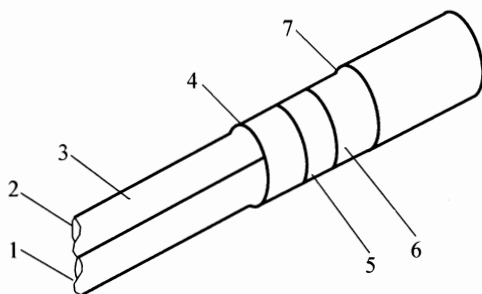
图 3.4.1 伴热结构图

4 绝热设计

4.1 仪表测量管线的绝热结构

4.1.1 保温结构宜由保温层和保护层组成。对于埋地管线和设备,应增设防潮层。对于地沟内管线的保温结构,宜增设防潮层。保冷结构应由保冷层、防潮层和保护层组成,在环境变化与振动情况下,防潮层应能保持保温结构的完整性和密封性。

4.1.2 仪表测量管线的绝热可采用管线绝热中常规的现场绑扎法,仪表测量管线绝热结构应符合图 4.1.2 的规定。



1—伴热管线;2—测量管线;3—防腐油漆(选择用);4—绝热层;5—镀锌钢丝;6—防潮层;7—保护层

图 4.1.2 仪表测量管线绝热结构

4.1.3 仪表测量管线的绝热也可采用测量管线、伴热带/伴热管线、绝热层和保护层一体化的管缆。

4.2 测量管线的绝热层、防潮层及保护层材料选用

4.2.1 绝热层材料应按现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264、《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272、《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 的规定选用。常用绝热材料性能可按本规范附录 A 的规定取值;常用保护层材料主要性能可按本规范附录 B 的规定取值。绝热材料及其制品,应按下列要求选择:

- 1 测量管线的绝热材料应由阻燃材料组成,测量管线的绝热层宜选用绝热制品;
- 2 保温材料及其制品的允许使用温度应高于测量管线和伴热管线的设计温度;
- 3 保冷材料及其制品的允许使用温度应低于测量管线的设计温度;
- 4 相同温度范围内不同保温材料可供选择时,宜选用导热系数小、密度小、强度相对高、无腐蚀性的材料或制品;
- 5 保冷材料在满足生产工艺过程要求的前提下,宜选用导热系数小、密度小、吸水、吸湿率低的产品。

4.2.2 防潮层材料可分为下列几种类型:

- 1 内层为石油沥青玛蹄脂,中层为有碱粗格平纹玻璃布,外层为石油沥青玛蹄脂;
- 2 橡胶沥青防水冷胶玻璃布防潮层;
- 3 新型冷胶料卷材防潮层、冷涂料防潮层等。

4.2.3 保护层设计应满足下列各项要求:

- 1 绝热结构外层,应设置保护层。保护层结构应严密牢固,在环境变化与振动情况下,不渗水、不裂纹、不散缝、不坠落。
- 2 宜选用金属材料作为保护层。在腐蚀环境下宜采用耐腐蚀材料作保护层。
- 3 当采用镀锌钢板或铝合金板作为保护层时,不需涂防腐涂料。保护层直径大于 40mm 以上的可采用镀锌铁皮,小于 40mm 以下的可采用铝箔。
- 4 当采用普通碳素薄钢板作为保护层时,其内外表面均应涂防腐涂料。
- 5 当采用非金属材料作为保护层时,应用阻燃材料抹平或用防腐涂料进行涂装。

4.2.4 常用金属保护层厚度宜按下列规格选取:

- 1 镀锌薄钢板:0.3mm~0.35mm;
- 2 铝合金薄板:0.4mm~0.5mm。

4.2.5 绝热层材料用量宜按本规范附录 C 的方法计算。

4.2.6 保护层材料用量宜按本规范附录 D 的方法计算。

4.3 绝热层厚度计算

4.3.1 测量管线保温绝热层厚度宜按本规范附录 E 的方法计算。

4.3.2 保温箱保温绝热层厚度宜按本规范附录 F 的方法计算。

4.3.3 测量管线允许热量损失可按本规范附录 G 的规定取值作为保温计算的依据。

4.3.4 热水伴热允许热量损失可根据不同的大气温度按本规范附录 G 中 0.3MPa 的蒸汽压力选取。

4.3.5 热水伴热保温绝热层厚度可按本规范表 4.3.5 确定。

表 4.3.5 热水伴热保温绝热层厚度

大气温度,℃	蒸汽,MPa(A)	绝热层厚度 δ_p ,mm	大气温度,℃	蒸汽,MPa(A)	绝热层厚度 δ_p ,mm
-30 以下	-30~-15	-15 以上	0.3	1.0	30
0 以上	1.0	0.6	20	20	10

注:表中的保温绝热层厚度是按测量管线内介质温度为 60℃ 时确定。

4.3.6 蒸汽伴热保温绝热层的厚度可根据大气温度按本规范表 4.3.5 的规定,直接选取近似的保温层厚度。

4.3.7 电伴热保温绝热层厚度可按本规范表 4.3.5 的规定确定。

4.3.8 保冷绝热层厚度计算可按本规范附录 H 的规定取值。

5 伴热系统的计算

5.1 热水用量的计算

5.1.1 热水用量可按本规范附录 J 的方法计算。

5.1.2 热水伴热时单点热水总用量宜为 100kg/h~150kg/h。

5.2 蒸汽用量的计算

5.2.1 伴热蒸汽宜采用低压过热或低压饱和蒸汽,其压力应根据环境温度,仪表及其测量管线的伴热要求选取 0.3MPa(A)、0.6MPa(A)或 1.0MPa(A)。

5.2.2 伴热系统蒸汽总热量损失 Q_s 值应为整个装置的每个保温管线的热量损失之和,可按本规范附录 K 的方法计算。

5.2.3 单点蒸汽总用量宜为 7kg/h ~15kg/h。

5.3 电伴热的功率计算

5.3.1 电伴热的功率应为电伴热带与电保温箱功率之和。

5.3.2 电伴热的功率可按本规范附录 L 的方法计算。

5.3.3 仪表测量管线阀门散热量宜按管线每米散热量的 1.22 倍计算。

5.3.4 电保温箱功率宜按照保温箱制造商产品规格选取额定功率。

6 伴热系统的设计

6.1 一般要求

- 6.1.1 连续伴热的系统和间断伴热的系统应独立设置。
- 6.1.2 伴热系统设计应考虑被伴热仪表或管线可独立维护。

6.2 热水伴热系统

- 6.2.1 热水伴热系统宜由热水总管、分配站或热水支管、热水伴管、热水回水站或回流管、热水回水总管和相应的安装附件组成。
- 6.2.2 仪表伴热用热水应设置独立的供水系统。
- 6.2.3 伴热系统应采用集中回水方式,并设置回水总管。
- 6.2.4 热水伴管的材质及管径可按表 6.2.4-1 确定,伴管的最大允许有效长度宜按表 6.2.4-2 确定。

表 6.2.4-1 热水伴管的材质及管径

伴热管材质	连接方式	伴热管外径×壁,mm
不锈钢管	卡套式	$\phi 8 \times 1, \phi 10 \times 1(\phi 10 \times 1.5), \phi 12 \times 1$
不锈钢管	焊接式	DN15, DN20
碳钢管	焊接式	DN15, DN20

表 6.2.4-2 热水伴管的最大允许有效长度

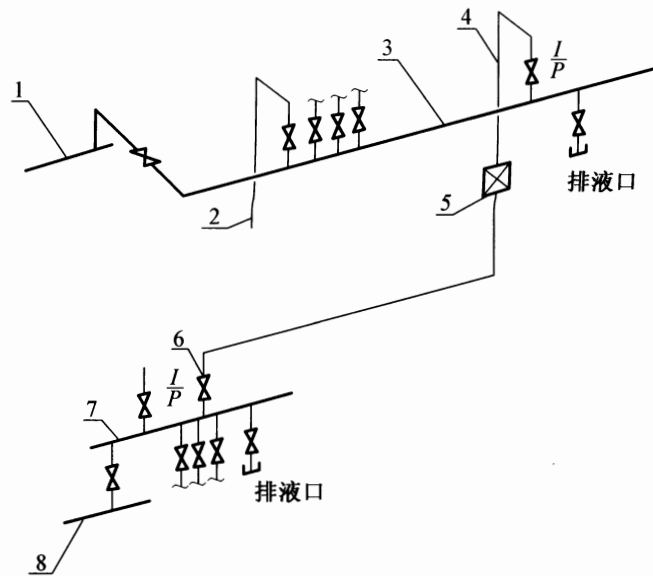
伴热管管径,mm	伴热热水压力 p (MPa)对应的最大允许有效伴热长度,m		
	$0.3 \leq p \leq 0.5$	$0.5 < p \leq 0.7$	$0.7 < p \leq 1.0$
$\phi 10, \phi 12$	40	50	60
DN15, DN20	60	70	80

- 6.2.5 热水伴热总管和支管应采用无缝钢管。总管及支管的管径可按附录 P 的方法计算。管线的伴热保温点数,可按表 6.2.5 确定。

表 6.2.5 管线的伴热保温点数

伴热点数 S	热水分配管/热水回水集合管	热水引入管/热水回水管
4~8	DN50	DN40
9~12	DN80	DN50

- 6.2.6 热水伴热系统管路宜按照热水伴热系统管路图(见图 6.2.6)设计。



1—热水总管;2—排气;3—热水支管或分配站;4—热水伴热管;5—保温箱;
6—切断阀;7—回水支管或回水站;8—回水总管

图 6.2.6 热水伴热系统管路图

6.3 蒸汽伴热系统

6.3.1 蒸汽伴热系统宜由蒸汽总管、分配站或蒸汽支管、蒸汽伴管、冷凝液回收站或回流管、冷凝液回流总管和相应的安装附件组成。

6.3.2 蒸汽伴热系统,应满足下列要求:

1 仪表伴热用蒸汽应设置独立的供汽系统。

2 蒸汽伴热系统宜包括总管、支管或蒸汽分配站、伴热管及管路附件。总管、支管或蒸汽分配站、伴热管的连接应焊接,接点应在蒸汽管顶部。

3 蒸汽总管最低处应设疏水器。

4 蒸汽伴热系统管路宜按照蒸汽伴热系统管路图(见图 6.3.2)设计。

6.3.3 疏水器的选择应满足下列要求:

1 每个蒸汽伴热回路均宜单独设置一台凝液疏水器;

2 仪表伴热用疏水器应安全可靠,安装方便,采用本身带有过滤器并有止逆作用的热动力式疏水器;

3 疏水器的口径可按本规范附录 Q 的方法计算;

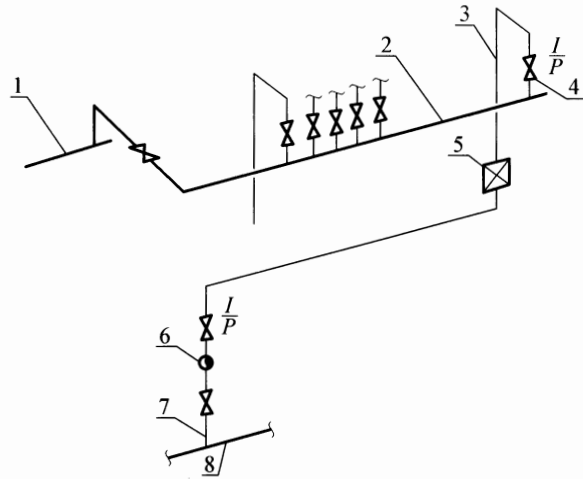
4 疏水阀组不宜设置旁路阀。

6.3.4 蒸汽伴热管在条件允许的情况下,应优先采用不锈钢管,其材质和管径可按表 6.2.4-1 确定。

6.3.5 蒸汽伴热总管、支管的选择应满足下列要求:

1 蒸汽伴热总管和支管应采用无缝钢管;

2 由总管或支管流量可按表 6.3.5-1 确定相应的总管或支管的管径;



1—蒸汽总管;2—蒸汽支管或分配站;3—蒸汽伴管;4—切断阀;5—保温箱;
6—疏水器;7—回水支管或蒸汽疏水站;8—回水总管

图 6.3.2 蒸汽伴热系统管路图

表 6.3.5-1 伴热总管或支管管径与饱和蒸汽流量、流速之间的关系

伴热管规格	蒸汽压力, MPa(A)					
	1.0		0.6		0.3	
	蒸汽量 q_m , t/h	流速, m/s	蒸汽量 q_m , t/h	流速, m/s	蒸汽量 q_m , t/h	流速, m/s
DN15	<0.04	<9	<0.03	<11	<0.02	<11
DN20	<0.070	<10	<0.05	<12	<0.03	<13
DN25	0.07~0.13	<11	0.05~0.10	<13	0.03~0.06	<15
DN40	0.13~0.34	<13	0.10~0.26	<17	0.06~0.16	<20
DN50	0.34~0.64	<15	0.26~0.50	<19	0.16~0.30	<23
DN80	0.64~1.90	<20	0.50~1.40	<23	0.30~0.80	<26
DN100	1.90~3.80	<24	1.40~2.70	<26	0.80~1.50	<29

3 管线的最多伴热保温点数,可按表 6.3.5-2 确定。

表 6.3.5-2 管线的伴热保温点数

伴热点数 S	蒸汽分配站/蒸汽疏水站	蒸汽引入管/凝结水引出管
4~8	DN50	DN25
9~12	DN50	DN40
13~16	DN80	DN50

6.3.6 伴管的最大允许有效长度的确定与所用蒸汽压力密切相关,蒸汽伴管的最大允许有效长度宜按表 6.3.6 确定。

表 6.3.6 蒸汽伴管的最大允许有效伴热长度

伴热管管径, mm	伴热蒸汽压力 p [MPa(A)] 对应的最大允许有效伴热长度, m		
	$0.3 \leq p \leq 0.5$	$0.5 < p \leq 0.7$	$0.7 < p \leq 1.0$
$\phi 10$ 、 $\phi 12$	40	50	60
DN15、DN20	60	75	90

6.3.7 回水管应按下列要求选择:

- 1 各回水管线的冷凝量宜相等。
- 2 各回水系统的压力损失应最小。
- 3 各并联的回水系统之间的阻力宜相等。
- 4 应采用集中回水方式,即设置回水总管,并将回水集中排放。对于伴热点数较少或集中回水有困难时,回水可就近排放至地沟内。
- 5 蒸汽伴热冷凝回水支管管径宜与按表 6.3.5-1 确定的伴热支管管径相同或大一级。
- 6 每个蒸汽伴热系统应单独设置一台凝液疏水器。

6.4 电伴热系统

6.4.1 电伴热系统宜由配电箱、控制电缆、电伴热带及其附件组成。附件宜包括电源接线盒、中间接线盒、终端接线盒及温控器。

6.4.2 电伴热带可与温控器配合使用,重要检测回路的仪表及测量管线的电伴热系统应设置温控器,并应符合下列要求:

- 1 温度传感器应安装在能准确测量被控温度的位置;
- 2 在关键的温度控制回路中宜设置温度超限报警。

6.4.3 电伴热系统的供电电源宜采用 220V(AC) 50Hz,宜设置独立的供电系统。供电系统的负荷类别应根据生产过程的实际要求确定。

6.4.4 供电系统应具有过载、短路保护措施,每套供电系统应设置单独的电流保护装置,满负荷电流不应大于保护装置额定电流的 80%。供电系统应有漏电保护装置。

6.4.5 电伴热系统控制电缆线径应根据系统的最大用电负荷确定,导线允许的载流不应小于电伴热带最大负荷时的 1.25 倍。控制电缆的选择与安装应符合现行行业标准《仪表配管配线设计规范》HG/T 20512 的规定。

6.4.6 电保温箱的加热器可选用定型产品,应独立供电。

6.4.7 应用在爆炸危险场所的电伴热带及附件,应满足相应的防爆等级,并应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定。

6.4.8 电伴热防爆产品防爆温度组别不应超过危险介质防爆温度组别值的 80%。

6.4.9 电伴热带的选型应符合下列规定:

- 1 自限式电伴热带宜用于防冻和伴热场合;宜用于维持温度较低场合,维持工艺温度不大于 130℃。

2 单相恒功率电伴热带宜用于高功率输出或高暴露温度的防冻保护和工艺温度维持,宜维持工艺温度不大于 150℃,应与温控器或其他温控装置配套使用。

3 宜选用 220V(AC)50Hz 供电产品。

4 宜选用并联结构的自限式或恒功率电伴热带。

5 在要求机械强度高,耐腐蚀能力强的场合应用,应选用加强型电伴热带。

6 恒功率电伴热带额定功率宜选择 10W/m、20W/m、30W/m、40W/m 之规格产品。

6.4.10 电伴热带规格的确定,应符合下列要求:

1 应根据管线维持最高温度确定电伴热带的最高维持温度。

2 应根据管线散热量确定电伴热带的额定功率。

6.4.11 电伴热带长度的确定,应符合下列规定:

1 电伴热带的总长度应包括管线所需电伴热带的长度、各种管线附件所需的电伴热带长度及安装所需的电伴热带长度。

2 每个弯通所需电伴热带长度宜为管线公称直径的 2 倍;每个法兰需电伴热带长度宜为管线公称直径的 3 倍。

7 伴热系统的安装

7.1 热水伴热管线的安装

- 7.1.1 热水伴热系统总管、支管、伴热管的连接应焊接,取水点应在热水管底部或两侧。
- 7.1.2 热水伴热管及支管根部、回水管根部应设置切断阀,供水总管最高点应设排气阀,最低点应设排污阀。
- 7.1.3 当伴热管线水平敷设时,应安装在被伴热管线的下方或两侧。
- 7.1.4 伴热管线可用金属扎带或镀锌钢丝捆扎在被伴热管线上,捆扎间距 1m~1.5m。
- 7.1.5 伴热管线通过被伴热仪表测量管线的阀门、冷凝器、隔离容器等附件时,宜采用对焊连接。

7.2 蒸汽伴热管线的安装

- 7.2.1 伴热管线应从蒸汽总管或支管顶部引出,并在靠近引出处设切断阀。每根伴热管线应始于测量系统的最高点,终止于测量系统的最低点,在最低点排凝。
- 7.2.2 当伴热管线在允许伴热长度内出现“U”形弯时,则以米计的累计上升高度,宜不大于蒸汽入口压力(MPa)的 10 倍。
- 7.2.3 其他安装要求应符合本规范第 7.1.3 条~第 7.1.5 条的规定。

7.3 疏水器的安装

- 7.3.1 在疏水器前后应设置切断阀。
- 7.3.2 若疏水器后冷凝水集合管高于疏水器时,应在疏水器的后切断阀与冷凝水上升管之间设置止逆阀,在疏水器的前切断阀之前设置冲洗管及阀门。

7.4 电伴热带的安装

- 7.4.1 电伴热带平行敷设时宜安装在测量管线侧面或侧下方,用耐热胶带将其与被伴热管线紧贴固定。
- 7.4.2 自限式电伴热带应避免缠绕安装的方式,其他形式的电伴热带不应交叉。
- 7.4.3 敷设最小弯曲半径应大于电伴热带厚度的 5 倍。
- 7.4.4 缠绕电伴热带时,应避免管线法兰在其正下方。

8 仪表保温箱

8.1 保温箱设置原则及组成

- 8.1.1 当环境温度下仪表不能正常工作时,应设置仪表保温箱。
- 8.1.2 仪表保温箱可采用热水伴热、蒸汽伴热或电伴热。
- 8.1.3 仪表保温箱应由箱体、仪表安装支架、加热装置等部件组成,保温箱壳体宜夹装保温层。

8.2 保温箱体分类

- 8.2.1 保温箱可分为非金属制品和金属制品两大类。
- 8.2.2 非金属制品仪表保温箱宜以玻璃钢为主。
- 8.2.3 金属制品仪表保温箱可分为不锈钢和碳钢两种。腐蚀性能较弱,接触雨水较少的场所宜选用碳钢保温箱;腐蚀环境等自然条件恶劣的场所宜选用非金属或不锈钢保温箱。

8.3 保温箱的保温伴热方式

- 8.3.1 保温箱中的加热器应采取与导压管伴热形式相同的伴热源。
- 8.3.2 蒸汽加热器或热水加热器的伴热管线长度应按保温箱维持温度确定。
- 8.3.3 恒功率电加热器的保温管线长度宜不受限制。
- 8.3.4 对于易燃易爆危险环境,应选择符合相应防爆等级的防爆电加热器。防爆电加热器内部要有保险丝,且熔断温度应低于防爆区的限制温度。

8.4 保温箱规格

- 8.4.1 根据安装仪表的空间和操作空间,保温箱的规格宜为 800mm×600mm×500mm 或 600mm×500mm×500mm。

附录 A 常用绝热材料性能

A.0.1 常用绝热材料应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 常用绝热材料性能

材料名称	使用密度 (kg/m ³)		推荐使用 温度(°C)	常用导热系数 λ (W·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	抗压强度 (MPa)	备注	
超细玻璃棉制品	板	48	300	≤0.043	—	用于保温	
		64~120		≤0.042			
	管	≥45		≤0.043			
岩棉及矿渣棉	毡	60~80	≤400	≤0.049	—	用于保温	
		100~120		≤0.049			
	板	80	≤250	≤0.044			
		100~120		≤0.046			
	管	150~160		≤0.048			
		≤200		≤0.044			
微孔硅酸钙	170			550	≤0.055	0.4	用于保温
	220				≤0.062	0.5	
	240		≤0.064		0.5		
硅酸铝纤维制品	120~200		≤900	≤0.056	—	用于保温	
复合硅酸铝镁制品	板	45~80	≤600	≤0.036	—	用于保温	
	管(硬质)	≤300		≤0.041	0.4		
聚氨酯泡沫塑料制品	30~60		-65~80	≤0.027	—	用于保冷	
聚苯乙烯泡沫塑料制品	≥30		-65~70	≤0.0349	—	用于保冷	
泡沫玻璃	150		-196~400	≤0.06	0.5	用于保冷	
	180			≤0.064	0.7		

附录 B 常用保护层材料主要性能

B.0.1 常用保护层材料主要性能应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1 常用保护层材料主要性能

名称	技术性能	备注
玻璃布平纹带	幅度(mm):125:250	
	厚度(mm):0.1±0.01	
	标重(g/m ²):105±10	
	径向拉断荷重(kg):740	
	纬向拉断荷重(kg):30	
保冷结构用的石油、沥青玛蹄脂	耐热性 80℃,连续 5b 不流淌	隔热管壳间胶结用
	粘结性 5×10(cm ²)试样,18℃合格	
沥青油毡纸	一般防水油毡纸	
镀锌铁丝	#22	捆扎用
各色油性调和漆	干燥时间(h) 表干≤10	防腐用
	湿干≤24	
镀锌薄钢板	厚度(mm):0.30~0.35	
铝合金薄板	厚度(mm):0.4~0.5	

附录 C 绝热层材料用量计算公式

C.0.1 绝热层材料用量宜按下列公式计算：

$$V = \pi D \delta_p \quad (\text{C.0.1})$$

$$D = d + 2\delta_p \quad (\text{C.0.2})$$

式中： V ——绝热层材料用量， m^3/m ；

d ——仪表绝热管线当量直径， m ；

δ_p ——测量管线绝热层厚度， m 。

注：当量直径相当于测量管线绝热层内径。

附录 D 保护层材料用量计算公式

D.0.1 保护层材料用量宜按下式计算：

$$A = 1.3\pi(d + 2\delta_p) \quad (\text{D.0.1})$$

式中：A——保护层材料用量， m^2/m 。

附录 E 测量管线绝热层厚度计算公式

E.0.1 测量管线绝热层厚度宜按下列公式计算：

$$Q_1 = 3.6 \cdot \frac{t - t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda} \cdot \ln \frac{D}{d}} \quad (\text{E.0.1})$$

$$D = d \cdot e^\beta \quad (\text{E.0.2})$$

$$d = \frac{P}{\pi} \quad (\text{E.0.3})$$

$$\beta = 3.6 \cdot \frac{t - t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda} \cdot q_1} \quad (\text{E.0.4})$$

$$\delta_p = \frac{D - d}{2} \quad (\text{E.0.5})$$

式中： Q_1 ——测量管线的允许热损失，kJ/(m·h)；

D ——测量管线保温后的外径，m；

d ——测量管线的当量外径，m；

t ——测量管线内介质温度，℃；

t_0 ——大气温度，℃(使用地区最低极限温度)；

λ ——绝热材料的导热系数，W/(m·℃)；

P ——测量管线横截面圆周长，m；

δ_p ——测量管线绝热层厚度，m。

附录 F 保温箱保温绝热层厚度 δ_b 计算公式

F.0.1 保温箱保温绝热层厚度 δ_b 宜按下式计算：

$$\delta_b = \frac{3.6(t_b - t_0)\lambda}{Q_b} \quad (\text{F.0.1})$$

式中： Q_b ——保温箱表面允许热损失， $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；

t_b ——保温箱内温度， $^{\circ}\text{C}$ （应符合 3.3.2 要求）；

t_0 ——大气温度， $^{\circ}\text{C}$ （使用地区最低极限温度）；

δ_b ——保温箱保温绝热层的厚度， m 。

λ ——保温材料制品在使用温度下的导热系数， $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

附录 G 测量管线允许热量损失

G.0.1 测量管线允许热量损失应符合表 G.0.1 的规定。

表 G.0.1 测量管线允许热量损失

大气温度,℃	允许热量损失 Q_1 , kJ / (m ² · h)		
	伴热蒸汽压力, MPa(A)		
	1.0	0.6	0.3
-30 以下	39 × 4.1868	34 × 4.1868	30 × 4.1868
-30 ~ -15	33 × 4.1868	29 × 4.1868	27 × 4.1868
-15 以上	28 × 4.1868	26 × 4.1868	25 × 4.1868

附录 H 保冷绝热层厚度计算

H.0.1 保冷绝热层厚度计算应符合下列要求：

- 1 为防止外表面凝露的保冷，采用表面温度法计算保冷层厚度。
- 2 工艺上允许冷损失量的保冷，采用热平衡法计算保冷层厚度，并校核其外表面温度。该温度应高于环境的露点温度，否则加厚重新核算，直至满足要求。
- 3 在同一管线上采用一种保冷材料保冷时，按单层绝热计算公式计算；采用两种保冷材料保冷时，则按双层绝热计算公式计算（复合预制品除外），双层保冷层的层间界面温度（即内层保冷层外表面温度）不应低于其相邻外层保冷材料的最低安全使用温度。

1) 防止外表面凝露的单层保冷层厚度按下列公式计算：

$$\frac{D_1}{D_0} \ln \frac{D_1}{D_0} = \frac{2\lambda(t_s - t)}{D_0 \cdot a_s(t_a - t_s)} \quad (\text{H.0.1-1})$$

$$\delta = \frac{D_0}{2} \left(\frac{D_1}{D_0} - 1 \right) \quad (\text{H.0.1-2})$$

式中： δ ——单层保冷层厚度或双层保冷层厚度，m；

a_s ——保冷层外表面与大气的换热系数， $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ；

λ ——单层保冷层材料制品在使用温度下的导热系数， $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ；

t ——金属管线的外表面温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_a ——环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_s ——保冷层外表面温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

D_0 ——管线外径，m；

D_1 ——管线单层保冷层外径，或第一层（内层）保冷层外径，m。

2) 防止外表面凝露的双层保冷层总厚度按下列公式计算：

$$\frac{D_2}{D_0} \ln \frac{D_2}{D_0} = \frac{2[\lambda_1(t_1 - t) + \lambda_2(t_s - t_1)]}{D_0 \cdot a_s(t_a - t_s)} \quad (\text{H.0.1-3})$$

$$\delta = \frac{D_0}{2} \left(\frac{D_2}{D_0} - 1 \right) \quad (\text{H.0.1-4})$$

式中： λ_1 ——第一层保冷层材料制品在使用温度下的导热系数， $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ；

λ_2 ——第二层保冷层材料制品在使用温度下的导热系数， $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ；

t_1 ——第一层（内层）保冷层外表面温度，第一、二层保冷层间界面温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

D_2 ——管线第二层（外层）保冷层外径，m。

3) 控制允许损失量的单层保冷层厚度按下列公式计算：

$$\ln \frac{D_1}{D_0} = 2\pi\lambda \left(\frac{t - t_a}{q_L} - \frac{1}{\pi D_1 \cdot a_s} \right) \quad (\text{H.0.1-5})$$

$$\delta = \frac{1}{2}(D_1 - D_0) \quad (\text{H. 0. 1-6})$$

式中： q_L ——保冷层单位冷损失， $\text{W} \cdot \text{m}^{-1}$ ，其值以工艺计算为准。

4) 控制允许损失量的双层保冷层厚度按下列公式计算：

$$\ln \frac{D_1}{D_0} = 2\pi\lambda_1 \left(\frac{t - t_a}{q_L} - \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln - \frac{1}{\pi D_1 a_s} \right) \quad (\text{H. 0. 1-7})$$

$$\delta_1 = \frac{1}{2}(D_1 - D_0) \quad (\text{H. 0. 1-8})$$

5) 保冷计算主要数据选取原则：

a_s ：一般取值为 $8.14 \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

λ ：应按其使用温度进行修正。

t ：无衬里的金属管线的表面温度，取介质的正常运行温度。

t_a ：取累年夏季空调室外干球计算温度。

t_s ：取 $t_s = t_d + (1 \sim 3)^\circ\text{C}$ ； t_d 露点温度应取累年室外最热月月平均相对湿度，与环境温度的取值相对应的露点温度。对于聚氨酯泡沫材料，当 $\Delta t = t_s - t_d \leq 2^\circ\text{C}$ 时取下限； $\Delta t \geq 4^\circ\text{C}$ 的取上限。

t_1 ：不应低于其相邻外层保冷材料的最低安全使用温度。

附录 J 热水用量计算公式

J.0.1 热水用量 q_v 应按下式计算：

$$q_v = K_2 \frac{Q_s}{C \cdot (t_1 - t_2) \cdot \rho} \quad (\text{J.0.1})$$

式中： q_v ——仪表伴热用热水总量， m^3/h ；

t_1 ——热水管线进水温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_2 ——热水管线回水温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

ρ ——热水的密度， kg/m^3 ；

C ——水的比热，取 $4.1868\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ；

K_2 ——热水余量系数(包括热损失及漏损)，一般取 $K_2 = 1.05$ 。

热水管线用热水温度 t_1 及回水温度 t_2 均与测量管线内介质的特性有关。热水压力一般考虑到能返回到回水总管即可。

附录 K 保温蒸汽用量计算公式

K.0.1 保温蒸汽用量应按下列方法计算：

1 伴热蒸汽总热量损失 Q_s 为整个装置的每个保温管线的热量损失之和，其值应按下列式计算：

$$Q_s = \sum_{i=1}^n (Q_p \times L_i + Q_{bi}) \quad (\text{K.0.1})$$

式中： Q_s ——伴热系统总热量损失，kJ/h；

Q_p ——伴热管线的允许热损失，kJ/m·h；

L_i ——第 i 个伴热管线的保温长度，m；

Q_{bi} ——第 i 个保温箱的热损失，kJ/h，每个仪表保温箱的热损失可取 500×4.1868 kJ/h；

i ——伴热系统的数量， $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

2 蒸汽用量 q_m 应按下列式计算：

$$q_m = K_1 \frac{Q_s}{H} \quad (\text{K.0.2})$$

式中： q_m ——仪表伴热用蒸汽总耗量，kg/h；

Q_s ——伴热系统总热量损失，kJ/h；

K_1 ——比率系数；

H ——蒸汽汽化潜热，kJ/kg。

附录 L 电伴热的功率计算公式

L.0.1 电伴热带的功率可根据仪表测量管线散热量来确定,管线散热量按下式计算:

$$Q_E = Q_N K_3 K_4 K_5 \quad (\text{L.0.1})$$

式中: Q_E ——单位长度仪表测量管线散热量(实际需要的伴热量),W/m;

Q_N ——基准情况下仪表测量管线单位长度散热量(见本规范附录 N),W/m;

K_3 ——绝热材料导热系数修正值(岩棉取 1.22,复合硅酸盐毡取 0.65,聚氨酯泡沫塑料取 0.67,玻璃纤维取 1);

K_4 ——仪表测量管线材料修正系数(金属取 1,非金属取 0.6~0.7);

K_5 ——环境条件修正系数(室外取 1,室内取 0.9)。

附录 M 常用绝热材料导热系数修正值

M.0.1 常用绝热材料导热系数修正值宜符合表 M 的规定。

表 M.0.1 常用绝热材料导热系数修正值

材料	密度, kg/ m ³	导热系数, W/ (m · °C)	导热系数修正值
岩棉	100~ 200	0.049	1.22
聚氨酯泡沫塑料	30~60	0.0275	0.67
硅酸钙制品	170~240	0.055~ 0.064	1.50
离心玻璃棉	15	0.033	1.00
聚苯乙烯塑料	≥30	0.041	1.86

附录 N 仪表测量管线单位长度散热量

N.0.1 仪表测量管线单位长度散热量应符合表 N.0.1 的规定。

表 N.0.1 仪表测量管线单位长度散热量(W/m)^a

绝热层厚度,mm	温差 ΔT^b , $^{\circ}\text{C}$	测量管线尺寸,in(公称尺寸 DN,mm)			
		1/4(6,8,10)	1/2(15)	3/4(20)	1(25)
10	20	6.2	7.2	8.5	10.1
	30	9.4	11.0	12.9	15.4
	40	12.7	14.9	17.5	20.8
20	20	4.0	4.6	5.3	6.2
	30	6.2	7.0	8.1	9.4
	40	8.3	9.5	10.9	12.7
	60	12.8	14.7	16.9	19.6
30	20	3.3	3.7	4.2	4.8
	30	5.0	5.6	6.3	7.3
	40	6.7	7.6	8.6	9.8
	60	10.3	11.7	13.2	15.1
	80	14.2	16.0	18.2	20.8
	100	18.3	20.7	23.4	26.8
	120	22.7	25.6	29.0	33.2
	140	27.2	30.8	34.9	40.0
	160	32.1	36.2	41.1	47.1
40	20	2.8	3.2	3.6	4.0
	30	4.3	4.8	5.4	6.1
	40	5.8	6.5	7.3	8.3
	60	9.0	10.1	11.3	12.8
	80	12.3	13.8	15.5	17.6
	100	15.9	17.8	20.0	22.7
	120	19.7	22.1	24.8	28.1
	140	23.7	26.5	29.8	33.8
	160	27.9	31.2	35.1	39.8

注：^a 散热量计算是根据隔热材料为玻璃纤维、管线材料为金属、管线位置为室外条件进行计算的；

^b 温差指电伴热系统维持温度与所处环境最低设计温度之差。

附录 P 伴热总管及支管的管径计算

P.0.1 伴热总管及支管的管径可按下式计算

$$d_n = 18.8 \sqrt{\frac{q_v}{v}} \quad (\text{P.0.1})$$

式中： d_n ——热水总管、支管内径，mm；

q_v ——热水耗量， m^3/h ；

v ——热水流速（一般取 $v=1.5\sim3.5$ ）， m/s 。

附录 Q 疏水器口径计算

Q.0.1 疏水器口径可按下式计算：

$$m_{sh} = K \cdot q_n \quad (\text{Q.0.1})$$

式中： m_{sh} ——疏水器的设计排水量，kg/h；

K ——疏水器倍率，综合考虑安全系数和使用系数设定 $K=3$ ；

q_n ——蒸汽用量，kg/h。

本规范用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
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用词：
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用词：
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用词，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”。

引用标准名录

- 《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272
- 《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
- 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264
- 《仪表配管配线设计规范》HG/T 20512

中华人民共和国化工行业标准

仪表及管线伴热和绝热设计规范

HG/T 20514—2014

条文说明

目 次

修订说明	(381)
3 伴热、绝热方式	(382)
3.1 伴热	(382)
3.2 绝热	(382)
3.3 伴热绝热设计温度	(382)
3.4 热水、蒸汽的重伴热和轻伴热	(382)
4 绝热设计	(383)
4.1 仪表测量管线的绝热结构	(383)
4.2 测量管线的绝热层、防潮层及保护层材料选用	(383)
4.3 绝热层厚度计算	(383)
5 伴热系统的计算	(384)
5.1 热水用量的计算	(384)
5.2 蒸汽用量的计算	(384)
5.3 电伴热的功率计算	(385)
6 伴热系统的设计	(387)
6.2 热水伴热系统	(387)
6.3 蒸汽伴热系统	(387)
6.4 电伴热系统	(388)
7 伴热系统的安装	(390)
7.3 疏水器的安装	(390)
7.4 电伴热带的安装	(390)
8 仪表保温箱	(391)
8.3 保温箱的保温伴热方式	(391)
8.4 保温箱规格	(391)

修订说明

《仪表及管线伴热和绝热设计规范》HG/T 20514—2014,经工业和信息化部 2014 年 5 月 6 日 以第 32 号公告批准发布。

本规范是在《仪表及管线伴热和绝热保温设计规定》HG/T 20514—2000 的基础上修订而成。上一版的主编单位是吉林化工工程公司,主要起草人员是刘喜臣、王玉弘。

本规范修订过程中,针对需要修订及增加的内容,主编单位进行了广泛的调查研究,参考了大量国外相关标准规范,总结了近几年来在化工工程设计中的实践经验,由全国化工自动控制设计技术中心组织多次会议对编制大纲、征求意见稿、送审稿进行审查讨论,广泛采集有丰富经验的设计人员与行业专家的意见。在上述基础上,编制组经过不断修改、补充、完善,修编完成。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《仪表及管线伴热和绝热设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

3 伴热、绝热方式

3.1 伴 热

3.1.2 各地冬季平均气温与极端最低温度差异很大,某些地区按平均气温看,可以不需要伴热和绝热,但极端最低温度也许会影响露天安装的仪表和测量系统的正常工作,所以应按照这些地区的环境极端最低温度决定仪表和测量系统的绝热。

3.1.4 首选热水伴热,在热水伴热满足不了要求的情况下选择蒸汽伴热。热水伴热无法满足要求的情况有两种:一是要求强伴热;二是被伴热系统的位置比较高。例如,有些分析采样管线要求强伴热以保证内部为“干管”状态,此时用热水伴热可能满足不了要求。在蒸汽源和热水源均难以解决的场合可以考虑用电伴热。目前还有自伴热的场合,仪表测量管线随工艺管线或工艺设备一起保温,不需额外采用热源即满足测量要求可采用自伴热方式。

目前国内尚无有关电伴热应用方面的规定,本条有关电伴热方面的规定主要是为了促进电伴热在仪表领域的应用。

3.2 绝 热

3.2.1 热流体是指蒸汽、热水或其他高温物料等。

3.3 伴热绝热设计温度

3.3.2 为便于保温计算,本规范以测量管线内介质是水为例,温度定为 20℃。因为在此温度下,一般仍能保证测量管线内介质正常传递信号。化工测量对象的介质种类繁多,其冷凝温度等物理特性也各不相同,本规范未一一列举。设计时对于某些在此条件下不能正常工作的介质,可视具体情况增加或减少伴热温度。当测量管线会有短暂蒸汽相伴时,要注明冲击温度,以便核对选用伴热线的耐温等级。

3.4 热水、蒸汽的重伴热和轻伴热

3.4.1 图 3.4.1 中规定了 a,b,c,d 四种伴热方式。为保证仪表及仪表测量管线内的介质处于正常工作状态,使用中应根据介质的特性,确定相应的伴热形式。当测量腐蚀性或热敏性强、易分解的介质时,不允许伴热管紧贴于仪表及仪表测量管线。

4 绝热设计

4.1 仪表测量管线的绝热结构

4.1.3 “一体化的管缆”是指测量管线、伴热管线、绝热层和保护层经特殊加工而成为一体的新型安装材料,设计中可以考虑采用。

4.2 测量管线的绝热层、防潮层及保护层材料选用

4.2.1 仪表绝热用的材料应尽量和工艺绝热材料相一致,并符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264、《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272、《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 的规定。工程上一般选用绝热材料制品要便于运输、施工,同时要保证一定的导热系数,在不经常拆卸处可以使用填充绝热材料结构,经常拆卸处可以使用定型产品即绝热产品。

绝热材料的性能应满足下列要求:

- (1) 当平均温度等于或低于 350°C 时,用于保温层的绝热材料导热系数不得大于 $0.12\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$,当平均温度低于 27°C 时,用于保冷层的绝热材料导热系数不得大于 $0.064\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$;
- (2) 保温材料密度不应大于 $350\text{kg}/\text{m}^3$;
- (3) 硬质保温制品的抗压强度不应小于 0.4MPa ,硬质保冷制品的抗压强度不应小于 0.15MPa 。

4.2.2 选用石油沥青玛蹄脂为防潮材料时宜设置 3 层,其余材料可设置 1 层。

4.2.3 为阻挡环境和外力对绝热层的损坏,便于管线的维护和检修,防止雨水、潮湿空气侵入到绝热材料里面去,避免增大绝热系数而采用保护层。良好的保护层是保证绝热结构在使用年限内有良好技术性能的必不可少的条件。保护层结构应严密牢固,在环境变化与振动情况下,不渗水、不裂纹、不散缝、不坠落。

4.3 绝热层厚度计算

4.3.1 测量管线伴热绝热的传热机理比较复杂。仪表绝热计算中省略了一些次要因素,如散热角、绝热层表面至空气的给热系数、大气状况以及管线支架引起的散热损失等,但这些次要因素,对计算结果影响很小。另外,一些国家绝热设计中也是采用了经过某些简化的公式。测量管线的允许热损失相对来说是比较小的,本规范在计算蒸汽和热水用量时,又考虑了余量系数,所以本规范的绝热层厚度计算公式也是省略一些次要因素后的简化公式。

4.3.6 4.3.5 中规定列举了三种伴热蒸汽压力,是工厂中经常采用的几种压力。寒冷地区可采用 1.0MPa(A) 蒸汽压力,较寒冷地区可采用 0.6MPa(A) 蒸汽压力,不太寒冷地区可采用 0.3MPa(A) 低压蒸汽伴热。

5 伴热系统的计算

5.1 热水用量的计算

5.1.1 在实际运行中,应考虑下列因素:

- (1) 热水温度;
- (2) 回水温度;
- (3) 热水从取水点到仪表箱散热器前的温降;
- (4) 不同检测点,其导压管内介质温度不同,故伴热管线与导压管线捆扎在一起后的等效温度也不同;
- (5) 不同检测点,导压管线的长度不同,所以其伴热管的长度也不同;
- (6) 保温材料的厚度及导热系数;
- (7) 总热水量的计算,是按计算热水量的 2.5 倍考虑的;
- (8) 仪表箱散热器散热量的热损失及伴热管散热量的热损失均为经验值;
- (9) 测量管线内介质的特性指易聚合、易分解、热敏性强等。

5.2 蒸汽用量的计算

5.2.1 饱和蒸汽主要物理性质见表 1。

表 1 饱和蒸汽主要物理性质

饱和蒸汽压力,MPa(A)	温度 t , $^{\circ}\text{C}$	冷凝潜热 H ,kJ/kg
1	179.038	481.6×4.1868
0.6	158.076	498.6×4.1868
0.3	132.875	517.3×4.1868

蒸汽总用量的经验值以蒸汽压力 0.3MPa、环境温度 -30°C 计算。

5.2.2 在实际运行中,应考虑下列因素,并宜取 $K_1=2(3\sim5)$ 作为确定蒸汽总用量的依据:

- (1) 蒸汽管网压力的波动;
- (2) 绝热层多年使用后绝热效果的降低;
- (3) 确定允许压力损失时误差;
- (4) 管件的热损失;
- (5) 疏水器可能引起的蒸汽泄漏。

5.3 电伴热的功率计算

5.3.2 电伴热的功率可根据管线散热量来确定。对于仪表设备(如玻璃板液位计、外浮筒液位变送器)的电伴热,散热量的计算公式可参考 IEEE 515—2004,应用中可参考管线散热量公式及其相关参数设计。

(1) 计算举例。

例如:某厂有一金属管线,管径为 1/2",保温材料是硅酸钙,厚度 10mm,管线中介质的维持温度为 10℃,冬季最低平均气温是 -25℃,室外。求管线每米热损失。

$$1) \Delta T = TW - TH = 10^\circ\text{C} - (-25^\circ\text{C}) = 35^\circ\text{C};$$

2) 查本规范附录 N,管径 1/2",10mm 保温层,因表中未直接给出 $\Delta T = 35^\circ\text{C}$ 时的散热量,需采用插入法计算;

$$\Delta T_1 = 30^\circ\text{C} \text{ 时}, Q_1 = 11.0 \text{ W/m};$$

$$\Delta T_2 = 40^\circ\text{C} \text{ 时}, Q_2 = 14.9 \text{ W/m};$$

$$\Delta T_3 = 35^\circ\text{C} \text{ 时}, Q = Q_1 + (Q_2 - Q_1) / (\Delta T_2 - \Delta T_1) \times (\Delta T - \Delta T_1) = 11.0 + (14.9 - 11.0) / (40 - 30) \times 5 = 12.95 \text{ (W/m)}。$$

3) 保温层采用硅酸钙,查本规范附录 M:

$$K_3 = 1.5, K_4 = 1, K_5 = 1。$$

4) 所需伴热量: $Q_E = 1.5 \times 1 \times 1 \times 12.95 = 19.425 \text{ (W/m)}。$

注:本规范附录 N 中保温材料是采用玻璃纤维为标准的,如用其他材料可参见本规范附录 M 的系数进行修正,如举例所述。

不同制造商生产电伴热产品的功率不尽相同,所以,初步设计中往往依据经验估算耗电量,通常单点电热带耗电用量为 20W/m~30W/m,每个保温箱为 500W;施工图设计时制造商应根据实际情况计算每个伴热点的耗电量。

(2) 仪表箱的热损失计算。

仪表箱的热损失 $Q = \text{仪表箱内部向外部环境的热传递功率} = \text{仪表箱导热系数 } K \times \text{仪表箱内外温度差 } \Delta T。$

热损失计算需要的已知条件:仪表箱的外形尺寸(高、宽、深)、仪表箱保温层的材料和厚度(如果没有保温层,则厚度为零),仪表箱内需要的温度,外部环境的最低温度。

保温箱外形尺寸及导热系数见表 2。

表 2 保温箱外形尺寸及导热系数

型号	高,mm	宽,mm	深,mm	质量,kg	导热系数,W/K			
					有窗有保温层	有窗无保温层	无窗无保温层	无窗有保温层
48	485	385	380	7	1.6	4.9	4.4	1.2
100	640	440	430	9.5	2.5	7.4	6.8	1.9
170	750	520	480	12.5	3.1	9.8	9.1	2.4

HG/T 20514—2014

热损失计算(以 INTERTEC MULTIBOX 平开式保温箱为例):

如果全年环境最低温度 -40°C , 用户希望保温箱内的温度 $+10^{\circ}\text{C}$, 则温度差 $\Delta T = 10 + 40 = 50^{\circ}\text{C}$, 如果选用无窗有保温层、型号为 100 的保温箱, 则

仪表箱热损失 $Q = K \times \Delta T = 1.9 \times 50 = 95(\text{W})$ 。

选用电加热器的功率至少应为 100W。

6 伴热系统的设计

6.2 热水伴热系统

6.2.1 热水伴热系统设计一般都采用分配站的方式。在目前的大型石油化工装置的伴热设计中,分配站的设计一般由仪表专业提出伴热点条件,由配管专业结合管线伴热情况统筹考虑进行布置设计的。分配站的布置和设计应满足下列要求:

- (1) 在 3m 半径范围内有 3 个或 3 个以上的伴热点及回收点时,宜设置伴热分配站和回水站;
- (2) 分配站和回收站宜水平安装或垂直安装;
- (3) 分配站和回收站应预留 1 个~2 个备用口,备用口宜配置阀门并用螺纹管帽或法兰盖封闭;
- (4) 分配站和回收站应统一考虑、布局合理、方便操作和维修。

6.2.2 对于少数分散的仪表伴热对象,可按具体情况供水。

6.2.5 根据公式 6.2.5 可确定总管及支管管径。同样,如果已知总管及支管的管径,按热水介质的性质,亦可限定伴热点数。

6.2.6 热水管伴热时,宜从被伴热管线的最低点开始伴至最高点,然后返回热水系统。

6.3 蒸汽伴热系统

6.3.1 仪表伴热用蒸汽宜设置独立供汽系统,蒸汽管线在进入车间或工段时,就应与工艺用蒸汽管线分开敷设,以避免仪表伴热用蒸汽在工艺装置停车、检修停蒸汽时被切断。分配站的布置和设计的要求与热水伴热要求的前四项一致,并应满足下列要求:

- (1) 蒸汽分配站低于蒸汽总管时,其上游不应有下凹的 U 形弯,分配站低点应设置蒸汽疏水阀组;
- (2) 蒸汽分配站高于蒸汽总管时,水平安装的分配站应无 U 形并坡向蒸汽总管;
- (3) 冷凝液回收站的位置应使伴热后管线尽可能短;
- (4) 冷凝液回收站的各伴热管接管口应分别带有蒸汽疏水器和切断阀。

6.3.2 对于少数分散的仪表伴热对象,可按具体情况供汽。

6.3.4 本规范表 6.2.4-1 规定了伴热管的五种规格和两种材质,供设计选用,但对个别黏度较大的介质,其伴热管线的管径可适当增大。

6.3.5 蒸汽流速由于不能超过相应管径允许的最大流速,而不同管径的蒸汽管线所能提供的热量是有一定限度的,所以接在某一管径的管线上的伴热系统不能超出一定的数量。本规范表 6.3.5-2 规定了在不同管径的蒸汽管线上所能连接的最多伴热点数,这是根据理论计算与现场实际调查结果制定的,可供设计时估算管径参考。由本规范表 6.3.5-2 估算出管径后,可参照本规范表 6.3.5-1 估算出总的蒸汽耗量。

6.3.6 伴管的最大允许有效长度的确定,应遵守下列原则:

- (1) 伴热管最大有效长度指从分配站到回收站的伴管总长度;

(2) 伴管蒸汽应从高点引入,沿被伴热管由高向低敷设,冷凝水应从低点排出,并应尽量避免或减少 U 形弯,以防止产生气阻或液阻;

(3) 在经过阀门管件时,伴管应沿其外形敷设,且宜避免或减少 U 形弯;

(4) 被伴热管上的取样阀、截止阀、排液阀等应给与伴热;

(5) 在同一蒸汽分配站的蒸汽伴管当量长度应大致相等,最短蒸汽伴热管的当量长度不宜小于最长伴热管当量长度的 70% 左右。

6.3.7 回水管应按下列要求选择:

4 冷凝液回水管的选择:因冷凝液在冷凝回水管线内流动过程中,随着压力的降低,部分冷凝液会产生自蒸发现象,疏水器在使用过程中,蒸汽会通过阀片泄漏到冷凝回水管线中去,使回水管线内呈现汽、水两相的混合状态,考虑到回水管内混合流体的体积比纯冷凝液的体积大,冷凝回水管的管径可等于蒸汽伴热管管径或大一级。

5 为定期排出仪表伴热系统的凝结水,阻止蒸汽的泄漏,节约能源,每个蒸汽伴热系统应单独设置一台凝液疏水器。

6.4 电伴热系统

6.4.1 电伴热系统组成如图 1。

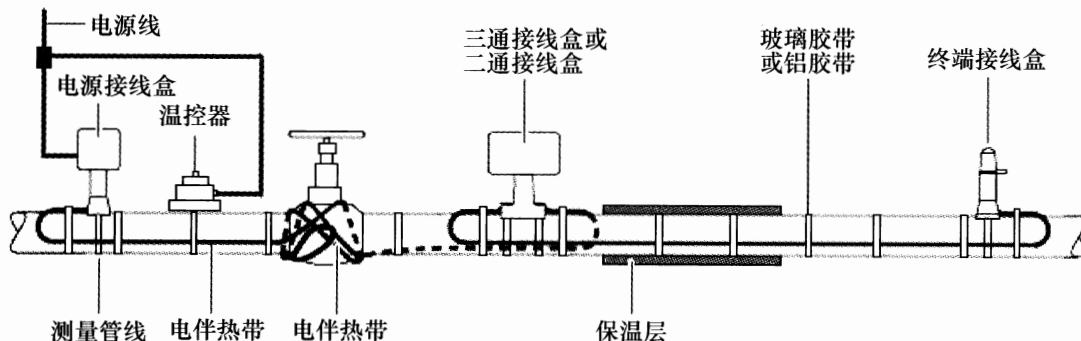


图 1 电伴热系统图

6.4.2 温度控制系统组成如图 2 所示,一般根据实际需要将温度传感器安装在具有代表性需伴热的管线部位,构成测量电伴热带温度的测量系统;也可安装在环境中,构成测量环境温度的测量系统。

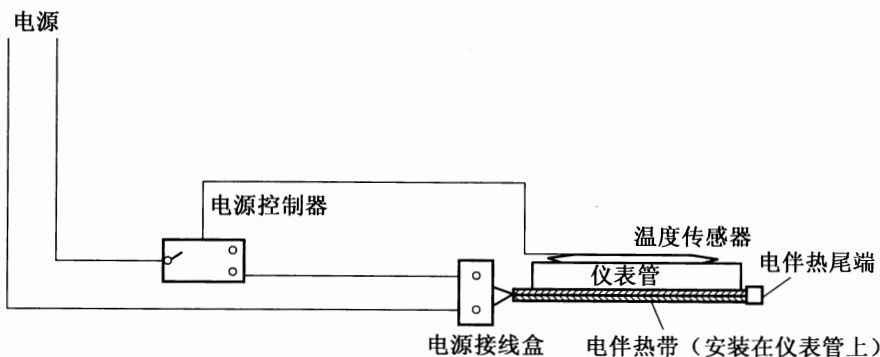


图 2 电伴热温度控制系统图

6.4.3 供电系统的负荷类别应根据生产过程的实际要求确定。一般可按本装置三级用电负荷考虑。系统供电设计应符合现行行业标准《仪表供电设计规范》HG/T 20509 的规定。

6.4.9 常用的电伴热带有以下几种类型：

集肤效应伴热系统是一种基于电流的集肤效应及邻近效应原理的系统，它具有维持温度高，伴热距离长，结构简单等特点，但该系统需专门设计，专门制造，施工周期较长，且施工复杂。

自限式电伴热带(或称自调控伴热线)是一种具有正温度特性的可自调控的并联型电伴热带，即当被伴热物体温度升高时，导电塑料膨胀，电阻增大，输出功率下降；反之，当物体温度下降时，导电塑料收缩，电阻减小，输出功率增加。同一条电伴热带在不同环境温度下会产生不同的热量，故该电伴热带可以交叉敷设。由于自限式电伴热带的启动电流约为正常值的 3 倍以上，所以伴热回路中的元器件和导线应能满足启动电流要求。自限式电伴热带宜用于维持温度较低的情况，尤其适用于热损失计算困难的场合。

恒功率电伴热带由二根平行绝缘铜线作为电源母线，在内绝缘层上缠绕电热丝，并将电热丝每隔一定距离与母线连接，形成并联电阻，母线通电后，并联电阻发热，形成一条连续的加热带。恒功率电伴热带宜用于维持温度较高的场合。

串联电伴热带是一种由电缆芯线作发热体的电伴热带，即在具有一定电阻的芯线上通过电流，芯线就发出热量。发热芯线有单芯和多芯两种。由于芯线单位长度的电阻和通过的电流在整个长度上是相等的，因而各处的发热量相同。串联电伴热带主要适用于长距离管线的伴热。

仪表及其测量管线的电伴热一般选用自限式电伴热带。

当电伴热带使用缠绕法时，缠绕间距可根据电伴热带的米功率与管线单位长度散热量之比确定。如果计算出的电伴热带长度超过产品规定的长度，则应设置两个或多个供电电源回路。

暴露温度指外部热源施加在电缆上的温度，超过一定温度后会损坏电缆的电热性能；最高暴露温度就是电热带所能承受的最高温度。

6.4.10 对第 2 款说明如下：

根据计算出的单位长度管线的实际热量，对照恒功率电伴热带产品规格表，考虑介质最高维持温度，选择与散热量相近的相应功率规格的产品。当管线单位长度散热量大于电伴热带额定功率，且两者比值大于 1 时，用以下方式修正：

- (1) 当比值大于 1.5 时，采用两条及以上的平行电伴热带敷设。
- (2) 当比值在 1.1~1.5 之间时，宜采用卷绕法；
- (3) 修改绝热材料材质或管线绝热厚度。

7 伴热系统的安装

7.3 疏水器的安装

7.3.1 冷凝水就地排放时疏水器后可不设置切断阀。

7.3.2 选用热动力式疏水器可不设置止逆阀。

7.4 电伴热带的安装

7.4.1 伴热系统的安装应符合现行行业标准《自控安装图册》HG/T 21581 及现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093,电伴热带的安装方式及施工还应遵照电伴热带制造商要求。

8 仪表保温箱

8.3 保温箱的保温伴热方式

8.3.2 根据所需的热功率计算出加热管的长度,再弯成适于在保温箱内安装的结构。其中加热管的圈数是一个经验数据,可按表 3 确定。具体应用时,可根据所在地区的气温情况及使用经验,适当增减加热管的圈数。

表 3 仪表箱内加热管的圈数

仪表箱的规格,mm	加热管的圈数
800×600×500	4
1000×600×500	5
1200×600×500	6

8.3.4 例如:T4 区的限制温度是 135℃,保险丝的熔断温度是 108℃。

8.4 保温箱规格

常见保温箱的规格见表 4。

表 4 仪表保温箱常规尺寸

序号	型号	外形尺寸,mm		
		H 高度	B 深度	L 宽度
1	×××-332	300	300	200
2	×××-444	400	400	400
3	×××-543	500	400	300
4	×××-654	600	500	400
5	×××-655	600	500	500
6	×××-665	600	600	500
7	×××-856	800	500	600
8	×××-866	800	600	600
9	×××-1066	1000	600	600