

4.2.3 适用于冷凝器换热管内流速不小于1.2m/s的运行工况。

4.2.4 对于新系统：按照JB/T 11133，在设备正式启用前，应冲洗、清理整个管道系统（包括冷水机组冷却水和冷冻水进水口前的过滤器等），排除安装过程造成的系统中的焊渣、铁丝、木片、塑料以及管段、氧化皮等杂质，排除系统中的铁锈水，确认换热管内壁洁净无污。

4.2.5 对于既有系统：按照JB/T 11133，在设备正式启用前，应彻底清理换热管内壁的污垢。对于机械捅刷无法清理掉的污垢，要先采用化学清洗的方法，再进行机械捅刷，确认换热管内壁无可视污垢。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 清洗封头管箱应符合本文件的规定，并按规定程序批准的图样和技术文件制造。水冷冷水机组用胶球自动在线清洗封头管箱工作原理详见附录A。

5.1.2 清洗封头管箱的承压部分应按GB/T 151 进行设计、制造、检验与验收；胶球流过部分的内表面应设计光滑、无死区，工作时不应胶球造成机械损伤。

5.1.3 清洗封头管箱的组成见表1。

表1 清洗封头管箱的组成

序号	组成设备	序号	组成设备
1	封头	6	胶球清洗元件
2	发球室	7	视镜
3	收发球转换机构	8	压差开关
4	收球室	9	清污口
5	电气控制器		

5.1.4 清洗封头管箱使用的材料应符合表2中对应标准的规定。

表2 清洗封头管箱材料

序号	组成设备	对应标准
1	封头	GB/T 25198
2	发球室	GB/T 151、GB/T 983、GB/T 5117、GB/T 8163、GB/T 12771
3	收发球转换机构	GB/T 983、GB/T 3280、GB/T 12771、GB/T 4213、GB/T 24923
4	收球室	GB/T 151、GB/T 983、GB/T 3280、GB/T 5117、GB/T 8163、GB/T 11253、GB/T 12771
5	电气控制器	GB/T 7251

5.1.5 加球量为冷凝器单一流程换热管数的60%。

5.1.6 液压试验时，水侧各部位及接头处不应有异常变形和水的泄漏现象。

5.1.7 清洗装置的清洗效果可参考附录B和附录C进行评价。

5.2 主要部件要求

5.2.1 封头

封头应按照GB/T 25198进行机械加工、焊接和装配。

5.2.2 收发球转换机构

收发球转换机构应符合以下规定：

- a) 具备发球同时收球功能，避免胶球堵塞在收球室捕球网上造成压差过大，冲破收球室捕球网，造成漏球至冷却水系统；
- b) 应有可靠的密封结构设计，杜绝进水侧水流短路内漏到出水侧；
- c) 收球过程水流只能是出水侧高温水进入球水分离网进行球水分离后流入出水侧高温水系统，不应流入进水侧低温水系统。发球过程水流只能是进水侧低温水进入球水分离网带动胶球流入进水侧低温水系统，不应出水侧高温水进入球水分离网带动胶球流入进水侧低温系统。不应高低温水流在收发球过程中混合；
- d) 收发球转换机构应配置球水分离网；
- e) 收发球转换机构按照GB/T 12224进行机械加工、焊接和装配；
- f) 收发球转换机构应配置电动或气动执行器，按照GB/T 24923或GB/T 4213要求；
- g) 收发球转换机构应设置视镜，按照NB/T 47017要求。方便观察目测收球、发球和静止状态时胶球的大概数量和磨损状态，及时停机检查故障、清理收球室捕球网堵塞或更换胶球；
- h) 收发球转换机构应有添加球和取出球的功能。

5.2.3 收球室、发球室

5.2.3.1 收球室应符合以下规定：

- a) 收球室制造工艺应满足GB/T 14382的要求；
- b) 收球室网孔状结构件的材质应采用不锈钢或同等光滑、耐腐蚀的金属材料；
- c) 收球室网孔状结构件的过滤孔径在能满足球水分离的同时不应小于5mm；
- d) 收球室网孔状结构件与收球室内壁严密贴合，防止胶球从接合处漏出进入冷却水系统。

5.2.3.2 发球室的制造工艺应满足GB/T 151的要求。

5.2.4 压差开关

压差开关应符合以下规定：

- a) 应分别连接清洗封头管箱的进水侧与出水侧；
- b) 在进出水侧压差低于压差开关设定值时，清洗封头管箱停止工作。

5.2.5 电气控制器

电气控制器应符合以下规定：

- a) 电气控制器应按照GB/T 7251.8的要求进行装配；
- b) 清洗封头管箱的电气控制器应布线合理、整齐，焊点牢固；
- c) 对被控对象所处的状态应具有清晰、正确的信号灯指示；
- d) 盘面或侧面宜配设简明的原理图；
- e) 程控装置应同时具备手控功能，并应满足生产流程要求。预设清洗频率和周期，实现自动在线清洗，并可现场调节频率和周期，现场启停；
- f) 有手动开关功能；
- g) 采用微处理器的机组控制系统，应具有抑制无线电或其他通信干扰信号的性能。

5.2.5 清洗元件

5.2.5.1 当水质应符合GB/T 50050的规定时，清洗元件的使用寿命不应小于10km（约等于清洗1000次）。

5.2.5.2 当胶球的外径等于或小于换热管内齿根部内径时，就失去了清洗效果，需要更换新的胶球。

5.2.5.3 胶球性能要求参考附录D。

5.3 安全要求

5.3.1 清洗封头管箱的电气安全保护元器件、绝缘电阻、耐电压性、电磁兼容性能等应符合GB/T 25131的规定。

5.3.2 清洗封头管箱在进行耐湿试验后，绝缘电阻不应小于 $1\text{M}\Omega$ ，机组带电部位和可能接地的非带电部位之间的绝缘电阻值，额定电压单相交流220V、三相交流380V 时不应小于 $1\text{M}\Omega$ 。

5.3.3 清洗封头管箱淋水绝缘性能应符合GB/T 25131的规定。

5.3.4 清洗封头管箱电气控制器应符合GB/T 3797、GB/T 7251.8 的要求。

5.3.5 发球机电控系统的过流、短路保护装置在出现过电流或短路现象时应能有效动作、切断电路并发出声光报警，停电再复电后应能自动恢复正常运行。

5.4 性能要求

5.4.1 发球时间

在冷凝器进水管口流速为 2.0m/s 时，发球后应能保证所有清洗胶球到达冷凝器前端板的时间差控制在 10s 以内。

5.4.2 清洗封头管箱压降比封头管箱的压降增量 (Δp_i)

当冷却水进水管流速等于 2.0m/s ，在收球室捕球网面清洁时，清洗封头管箱压降增量 Δp_i 应小于 5kPa 。

5.4.3 收球率

清洗封头管箱收球率不应小于90%，且胶球不能漏到冷凝器封头外的水管中。

6 试验方法

6.1 测量仪表

6.1.1 一般规定

试验用仪表应经检定合格，并在有效期内。

6.1.2 测量仪表的型式及准确度

测量仪表的型式及准确度，按表3的规定。

表3 测量仪表的型式及准确度

类别	型式	准确度
温度测量仪表	玻璃水银温度计 热电偶 电阻温度计 半导体温度计	冷却水进、出口温度测量： $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 环境温度测量： $\pm 0.5^\circ\text{C}$
压力测量仪表	精密压力表	制冷剂压力测量：0.1 级精密压力表 水压测量：0.4 级精密压力表
流量测量仪表	记录式、指示式、积算式	测量流量： $\pm 1.0\%$
时间测试仪表	秒表	0.1 s

类别	型式	准确度
以准确度定义的测量仪表，其测量值应在仪表量程的1/3~2/3之间。		
注：制冷剂的冷凝温度通过测量冷凝压力查表换算得来。		

6.2 试验

6.2.1 液压试验

清洗封头管箱液压试验规定如下：

- a) 试验液体应为洁净的水；
- b) 试验压力为1.25 倍的设计压力；
- c) 水温不应低于5℃；
- d) 试验方法：
 - 1) 试验时顶部应设排气口，充水时应将其内的空气排尽。试验过程中观察表面应保持干燥；
 - 2) 试验时压力应缓慢上升，达到规定试验压力后，保压10min。然后降至设计压力，并保持10min对所有的焊缝和连接部位进行检查，以无渗透和无异常变化为合格；
 - 3) 试验完毕后应将水排尽，并用干燥、洁净的压缩空气将内部吹干。

6.2.2 发球时间试验

手动启动发球室，同时用秒表开始计时，从视镜中目测所有胶球发出后，停止计时，同样方法做3次，取平均值。

6.2.3 清洗封头管箱比封头管箱的水压降增量试验

试验按附录E的规定进行。

6.2.4 收球率试验

系统水质应符合GB/T 50050，冷却水进水管流速等于2.0m/s的前提条件下，加入换热管数量50%的合格胶球，进行每次300s的收球试验，测试共3次，通过收发球转换机构的加放球处（或视镜处）人工检查收球率。每次试验结果均应符合5.4.3的规定。

7 检验规则

7.1 一般要求

每台清洗封头管箱应由制造企业质量检验部门检验合格后方可出厂。

7.2 检验分类

清洗封头管箱的检验分为出厂检验、抽样检验、型式检验，检验项目、技术要求和试验方法见表4。

表4 检验项目

序号	项目	出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	一般要求	√	√	√	5.1	人工检查
2	标志				8.1	
3	包装				8.2	

序号	项目	出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
4	液压试验				5.1.6	6.2.1
5	收发球转换机构制造工艺				5.2.2	GB/T 12224 GB/T 24923 NB/T 47017
6	收球室制造工艺				5.2.3	GB/T 14382
7	电气安全				5.3.1 5.3.2	GB/T 25131
8	绝缘电阻				5.3.1	
9	淋水绝缘性能				5.3.3	
10	电气控制器				5.3.4	GB/T 3797 GB/T 7251.8
11	发球时间				5.4.1	6.2.2
12	清洗封头管箱比封头管箱的水压降增量试验				5.4.2	6.2.3
13	收球率试验				5.4.3	6.2.4

注：“√”表示需要，“—”表示不需要。

7.3 出厂检验

每台清洗封头管箱均应进行出厂检验。

7.4 抽样检验

抽样方法、批量、抽样方案、检查水平以及合格质量水平等由制造商质量检验部门自行确定。

7.5 型式检验

新产品，或定型产品作重大改进对性能有影响时，制造商应对第一台产品进行型式检验。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 清洗封头管箱上的铭牌应有产品名称、型号、商标、生产企业名称、执行标准号等标志，并标有电源的性质、额定电源电压（或电压范围）及主要参数。

8.1.2 产品运输包装箱上应有如下标志：

- 产品名称、型号、商标；
- 生产企业名称、地址；
- 产品标准号；
- 生产批号及编号；
- 防潮、向上、小心轻放、堆放层数等包装储运标志，应符合GB/T 191 的规定。

8.2 包装

产品应有牢固的包装，并且有防震、防尘、防潮措施。经出厂检验合格的产品，应连同合格证、保修卡、使用说明书及有关随机文件、配套的附件等一同包装。

8.3 运输

包装完好的产品可用正常交通工具运输。运输时应注意防水、防尘和机械损伤。

8.4 贮存

产品应存放在清洁、干燥、防火和通风良好的场所，周围应无腐蚀性气体存在。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

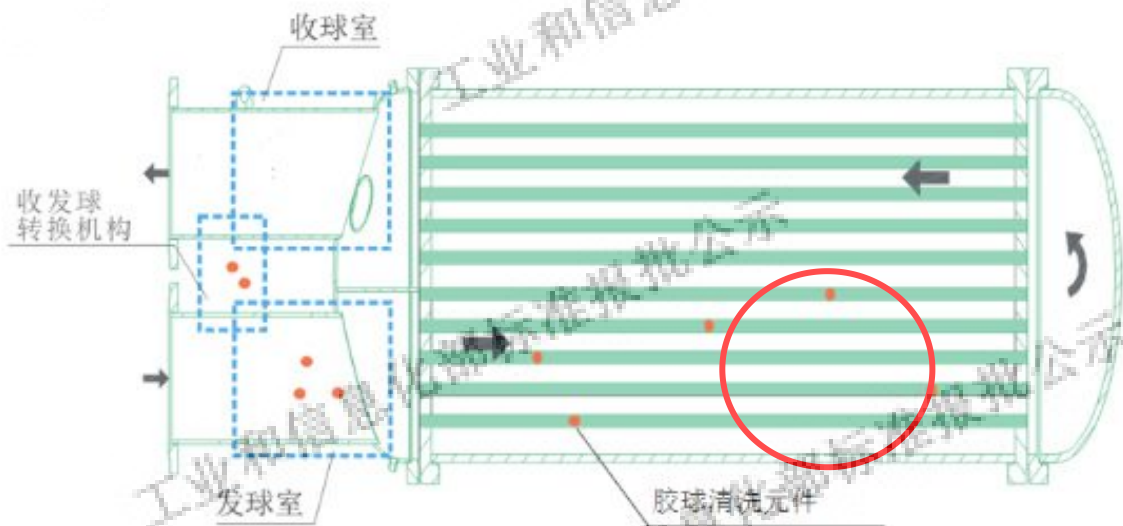
工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

附录 A
(资料性)

水冷冷水机组用胶球自动在线清洗封头管箱工作原理

利用冷却水系统运行时的自身水力压差将胶球清洗元件从进水侧的发球室送入换热管内清洗管内污垢，并从出水侧的收球室回收，形成一个清洗循环，并通过电气控制器控制清洗频率，达到自动在线清洗功能。清洗装置的工作原理如图A.1所示。



图A.1 工作原理图

附录 B

(资料性)

清洗封头管箱使用效果评价方法

B.1 概述

清洗封头管箱实际使用效果的影响因素包括水质、开机时间以及高效换热管的管型等。受现场条件以及机组条件（如主机自身配置仪器仪表精度过低）限制，本评价方法采用定性分析的方式。

B.2 评价指标

清洗封头管箱在正常使用时，冷凝器温度端差 Δt 的增加量不应大于 0.5°C 。其中，冷凝器温度端差 Δt 为离开冷凝器的冷却水温度与制冷剂的冷凝温度之差。

B.3 评价方法

B.3.1 新系统评价方法

系统初始状态下，在额定电压和频率下启动冷水机组，并运行在额定制冷工况下，同时开启清洗装置。当试验工况达到稳定状态时，测量温度端差 Δt 。

后续定期测量稳定运行状态下的温度端差，并与系统初始状态下的温度端差对比。

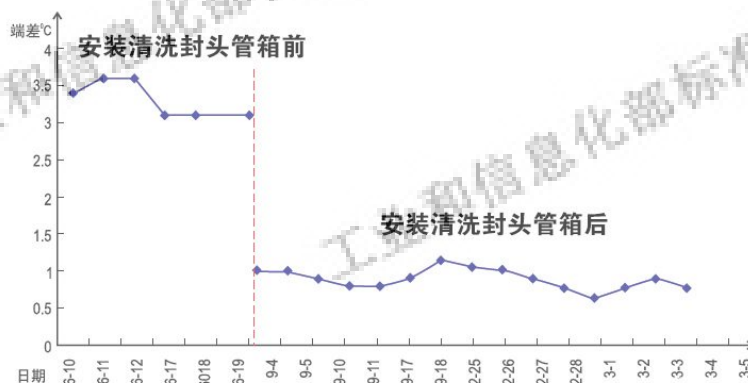
B.3.2 改造系统评价方法

安装清洗封头管箱之前，用化学清洗或机械式毛刷清洗冷水机组冷凝器换热管内壁，确认换热管内壁洁净无污后，在额定电压和频率下启动冷水机组，并运行在额定制冷工况下，同时开启清洗装置。当试验工况达到稳定状态时，测量温度端差 Δt 。

安装清洗封头管箱之后，测量稳定运行状态下的温度端差 Δt 。并与安装前的温度端差对比。

B.4 影响示例

冷水机组冷凝温度和温度端差对冷水机组性能的影响示例如图B.1所示。



图B.1 安装前后冷凝器温度端差的对比示例

附录 C
(资料性)

冷水机组冷凝温度和温度端差对冷水机组性能的影响

冷水机组的运行效率受蒸发温度和冷凝温度的影响，蒸发温度一定时，冷凝温度越高，其运行效率越低。

逆卡诺循环的制冷系数按公式 C.1 计算：

$$\varepsilon_0 = \frac{q_0}{w_0} = \frac{T_0}{T_k - T_0} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

ε_0 ——为逆卡诺循环的制冷系数

q_0 ——为制冷量，单位为瓦 (W)；

w_0 ——为消耗功率，单位为瓦 (W)；

T_0 ——为低温热源温度，单位为开 (K)；

T_k ——为高温热源温度，单位为开 (K)。

根据目前空调工况冷水机组的设计参数以及实际运行工况，假设逆卡诺循环的低温热源温度为 5.5℃，高温热源温度为 30℃，此时的制冷系数为 11.37。表 D.1 显示了高温热源温度对逆卡诺循环制冷系数的影响，高温热源温度升高 1℃，则制冷系数降低 3.92%~2.90%，且高温热源温度越低，影响越显著。

表 C.1 高温热源温度对逆卡诺循环制冷系数的影响

高温热源温度 (℃)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
制冷系数	11.37	10.93	10.52	10.13	9.78	9.45	9.14	8.85	8.57	8.32	8.08
高温热源温度升高 1℃ 制冷系数降低百分数 (%)	-	3.92	3.77	3.64	3.51	3.39	3.28	3.17	3.08	2.99	2.9

对图 C.1 所示的蒸气压缩理论制冷循环进行计算，

制冷剂为 R134a，根据目前空调工况冷水机组的设计参数，设蒸发温度为 5.5℃，冷凝温度为 30℃，进压缩机前的制冷剂蒸气过热度为 3℃，冷凝器出口制冷剂液体的过冷度为 2℃，取压缩过程的等熵绝热效率为 0.8，此时的理论制冷系数为 8.02，表 D.2 显示了冷凝温度对理论制冷循环制冷系数的影响。

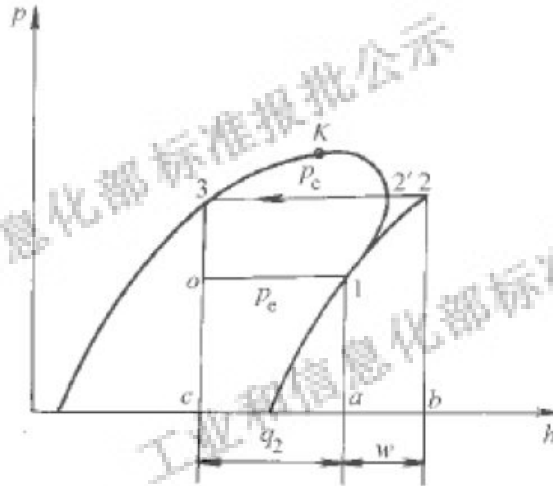


图 C.1 蒸气压缩制冷循环的 lg p-h

表 C.2 冷凝温度对理论制冷循环制冷系数的影响

冷凝温度 (°C)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
制冷系数	8.02	7.66	7.33	7.02	6.73	6.47	6.22	5.98	5.76	5.55	5.36
冷凝温度升高 1°C 制冷系数降低百分数(%)		4.46	4.32	4.19	4.08	3.97	3.87	3.78	3.69	3.61	3.54

综上所述，实际运行的水冷式冷水机组的冷凝温度在 31°C~40°C 范围内时，冷凝温度每增加 1°C，压缩机单位制冷量的功耗率约增加 3.54%~4.46% 之间。

当冷却水进、出水温度不变时，冷凝温度升高即相当于冷凝器温度端差增大，即实际运行的水冷式冷水机组的冷凝器温度端差增大 1°C，压缩机单位制冷量的功耗率约增加 3.54%~4.46% 之间。

附录 D

(资料性)

胶球清洗元件的性能要求

D.1 发泡天然橡胶海绵球

发泡天然橡胶海绵球的质地应柔软且富于弹性，材质均匀，气孔均匀贯通。

干态胶球直径误差不应大于公称直径的 $\pm 2\%$ 且不超过 $\pm 0.2\text{ mm}$ ， 45°C 水温下湿态胶球直径胀大不应超过冷凝器换热管内齿根部内径 2.0 mm 。湿态胶球相对密度应在 $1.00\text{ g/cm}^3 \sim 1.15\text{ g/cm}^3$ 之间。

胶球应具有耐磨、耐腐蚀性，不易老化，在寿命期内能保持性能不变。

D.2 改性纳米硅胶球

改性纳米硅胶球的邵氏硬度应为 $10\text{ HB} \sim 16\text{ HB}$ ，密度为 $1.06\text{ g/cm}^3 \sim 1.10\text{ g/cm}^3$ ，直径比换热管内齿根部内径大 $0.3\text{ mm} \sim 1.0\text{ mm}$ ，表面密集型网格深度不超过 10 mm 。

改性硅胶球应耐油腐蚀，工作温度为 $0 \sim 200^\circ\text{C}$ ，能适应不同地区水质和化学水处理药剂，在寿命期内能保持性能不变。

D.3 外表植刷毛的尼龙毛刷球

表面植毛孔的直径应为 $1.0\text{ mm} \sim 3.0\text{ mm}$ ；相邻植毛孔的间距应为 $0.8\text{ mm} \sim 3\text{ mm}$ ；球体上设置的植毛孔数量应为 $20 \sim 150$ 个；刷毛细丝直径应为 $0.05\text{ mm} \sim 0.35\text{ mm}$ 。

球体的直径应为 $6\text{ mm} \sim 26\text{ mm}$ ，毛球总直径应为 $9\text{ mm} \sim 30\text{ mm}$ ，比换热管内齿根部内径大 $0.3\text{ mm} \sim 0.6\text{ mm}$ ，密度应为 $1.05\text{ g/cm}^3 \sim 1.2\text{ g/cm}^3$ 。

毛刷球应具有耐腐蚀性，在寿命期内能保持性能不变。

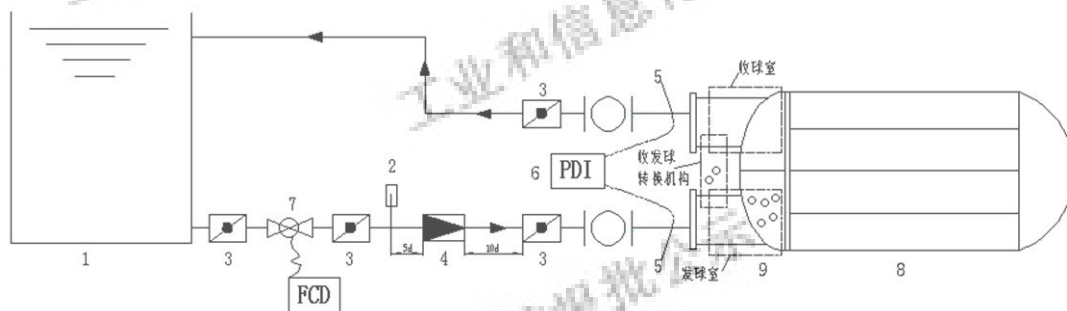
附录 E

(规范性)

清洗封头管箱压降测试方法

E.1 测试系统

测试系统见图E.1所示。



图E.1 试验系统图

标引序号说明：

- 1—水箱； 2—温度计； 3—节流阀； 4—流量计； 5—取压孔； 6—压差测量装置；
7—变频水泵组； 8—冷凝器； 9—待测在线清洗封头管箱/标准封头

系统各部分应符合以下规定：

- 测试段通过待测在线清洗封头管箱/标准封头管箱与冷凝器的对接、待测在线清洗封头管箱/标准封头管箱的进水管与系统管路的对接，形成循环水回路；流量计安装在图中规定了直管长度的管道上；
- 水源装置在保证测量系统的管道内充满水，且系统内应具有能提供足够压力和防止气蚀的装置；
- 流量计用超声波、电磁式、旋转式或文丘里流量计测定系统的流量 Q ；
- 压差测量装置是测定压力损失值（包括压差仪表、接管等）；
- 取压孔在管道上测量压力的孔，取压孔中心线应与测量的管道轴线垂直，并位于水平位置。截面应当是圆形的，其边缘应清洁，成锐角或微带圆角、无毛刺，不形成线状边缘或其他不规则形状。其孔径应等于或小于 $0.1d$ ，但不应小于 1mm ，最大不大于 20mm 。连接压差测量装置的管件横截面积不小于取压孔面积的一半；
- 温度计是用温度传感器或水银温度计测量水的温度。

E.2 测量误差要求

E.2.1 流量误差为实际流量的 $\pm 2.5\%$ ，仪表的分辨率应在 0.5% 以内。

E.2.2 压差误差为实际压差的 $\pm 2.5\%$ 。

E.2.3 温度误差 测量水入口温度的精度为 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ，对任何一种规定流量的试验，试验过程中水入口温度变化应恒定保持在 1.5°C 以内。

E.3 试验程序

E.3.1 水箱中加满洁净的自来水，打开待测试的冷凝器（连接有在线清洗（或标准）封头管箱）管路阀门，使待测试系统内充满水并充分排气。

E.3.2 启动水泵，调节变频器频率，使通过在线清洗（或标准）封头管箱的流量达到所需测量流量的最大值，稳定5min后记录流量值Q以及含在线清洗（或标准）封头管箱冷凝器的总压降 Δp_{total} 。

E.3.3 降低变频器的频率，根据被测试在线清洗封头管箱的流量测量点逐渐减小流量，按照步骤E.3.2记录流量值Q以及含在线清洗（或标准）封头管箱冷凝器的总压降 Δp_{total} 。

E.3.4 将在线清洗封头管箱拆卸，换上同规格的原冷凝器标准封头，按照E.3.2、E.3.3步骤记录流量值Q以及连接有标准封头冷凝器的总压降 $\Delta p_{total}'$ 。

E.3.5 记录同一运行工况下的流量和压差应同时进行读数，每种被测量参数必须重复读取3组以上的测量值，以各组读数的平均值作计算值。

E.4 试验结果

试验结果可记录在表E.1中，并依据公式（E.1）计算清洗封头管箱压降比封头管箱的压降增量 Δp_t 。

$$\Delta p_t = \Delta p_{total} - \Delta p_{total}' \dots\dots\dots (E.1)$$

表E.1 封头管箱压降测试数据记录表

序号	流量 (m^3/h)	进水管 流速 (m/s)	冷凝器总压降		压降 增加值 Δp_t (kPa)
			带清洗封头管箱 Δp_{total} (kPa)	带原封头管箱 $\Delta p_{total}'$ (kPa)	
1		2.0			