

ICS 27.120.20; 91.140.30

F 69

备案号: 46433-2014

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20039.5—2014

核空气和气体处理规范
通风、空调与空气净化
第 5 部分: 空调设备

Code on nuclear air and gas treatment -
Ventilation, air conditioning and air cleaning -
Part 5: Conditioning equipment

2014 - 06 - 29 发布

2014 - 11 - 01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 材料 6

5 设计 8

6 检查和试验 19

7 制造和安装 21

8 包装、运输、贮存和装卸 22

9 质量保证 23

10 铭牌和记录 24

附录 A（规范性附录） 水蒸发式冷却装置和喷水室的出厂试验 29

附录 B（规范性附录） 喷水室和水蒸发式冷却装置的推荐设计准则 33

附录 C（规范性附录） 水、蒸汽和直接蒸发式冷却盘管的推荐设计准则 35

前 言

《核空气和气体处理规范》由下述四项标准组成：

NB/T 20038 《核空气和气体处理规范 设计和制造通用要求》；

NB/T 20039 《核空气和气体处理规范 通风、空调与空气净化》；

NB/T 20143 《核空气和气体处理规范 工艺气体处理》；

NB/T 20196 《核空气和气体处理规范 试验规程》。

其中 NB/T 20039 《核空气和气体处理规范 通风、空调与空气净化》分为 19 个部分：

——第 1 部分：通风机；

——第 2 部分：风阀；

——第 3 部分：风道；

——第 4 部分：箱体；

——第 5 部分：空调设备；

——第 6 部分：除雾器；

——第 7 部分：低效空气过滤器；

——第 8 部分：中效空气过滤器；

——第 9 部分：高效空气过滤器；

——第 10 部分：金属介质过滤器；

——第 11 部分：碘吸附器（I 型）；

——第 12 部分：碘吸附器（II 型）；

——第 13 部分：碘吸附器（III 型）；

——第 14 部分：其他碘吸附器；

——第 15 部分：吸附介质；

——第 16 部分：净化部件用排架；

——第 17 部分：仪表和控制；

——第 18 部分：制冷设备；

——第 19 部分：特殊类型的高效空气过滤器。

本部分是 NB/T 20039 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分编写时参考了 ASME AG-1 《核空气净化和气体处理规范》2007 版以及 2011 版补遗的 CA 篇。

本部分由能源行业标准化技术委员会提出。

本部分由核工业标准化研究所归口。

本部分起草单位：中国核电工程有限公司。

本部分参与起草单位：南方风机股份有限公司、广东申菱空调设备有限公司。

本部分主要起草人：马莉、孙立臣、赵磊、张学伟、刘自旺、廖满生、林兆娣、潘展华。

核空气和气体处理规范

通风、空调与空气净化 第5部分：空调设备

1 范围

本部分规定了核设施中的通风空调和气体处理系统安全相关的空调设备,包括强制循环空气冷却器和加热器、直接蒸发式冷却盘管、喷水室、水蒸发式装置和电加热器的设计、材料、制造、试验、安装、包装、运输、装卸、贮存、保管及质量保证的最低要求。

本部分适用于核设施中的通风空调和气体处理系统空调设备组成部件。其他核工程的空气或气体处理系统中的上述部件也可以参照执行。

本部分不适用于下列空调设备和相关的附件:风机、加湿器、吸附式除湿器、红外线加热装置、控制器、阀门、过滤器、水封、水泵、膨胀阀、管壳式制冷蒸发器和冷凝器以及压缩机。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 706 热轧型钢
- GB/T 845 十字槽盘头自攻螺钉
- GB 912 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板及钢带
- GB/T 1234 高电阻电热合金
- GB/T 1236 工业通风机用标准化风道进行性能试验
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2059 铜及铜合金带材
- GB/T 2518 连续热镀锌钢板及钢带
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成份
- GB 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带
- GB 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带
- GB/T 3880.1 一般工业用铝及铝合金板、带材 第1部分:一般要求
- GB 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB 4237 不锈钢热轧钢板
- GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
- GB/T 5783 六角头螺栓 全螺纹
- GB/T 6170 I型六角螺母
- GB/T 8162 结构用无缝钢管
- GB/T 11253 碳素结构钢冷轧薄钢板及钢带
- GB/T 11263 热轧H型钢和剖分T型钢
- GB/T 12727 核电厂安全系统电气设备质量鉴定

- GB/T 13283 工业过程测量和控制用检测仪表和显示器精确度等级
- GB/T 13625 核电厂安全系统电气设备抗震鉴定
- GB/T 14296 空气冷却器与空气加热器
- GB/T 14975 结构用不锈钢无缝钢管
- GB/T 15115 压铸铝合金
- GB/T 15389 螺杆
- GB/T 16702 压水堆核电厂核岛机械设施设计规范
- GB/T 16938 紧固件 螺栓、螺钉、螺柱和螺母 通用技术条件
- GB/T 17791 空调与制冷设备用无缝铜管
- GB/T 18380.1 电缆在火焰条件下的燃烧试验
- GB/T 22158 核电厂防火设计规范
- GB 24511 承压设备用不锈钢钢板及钢带
- EJ/T 492 三十万千瓦压水堆核电厂 核设施防护涂层的质量保证
- EJ/T 564—2006 核电厂物项包装、运输、装卸、接收、储存和维护要求
- EJ/T 572 核电厂安全系统设备设计鉴定
- EJ/T 1012 压水堆核电厂核岛机械设施制造规范
- EJ/T 1027 压水堆核电厂核岛机械设施焊接规范
- JB/T 2379 金属管状电热元件
- JB/T 4730 承压设备无损检测
- JB/T 7659.4 氟代烃类制冷装置用辅助设备 第4部分：翅片式换热器
- JG/T 21 空气冷却器与空气加热器性能试验方法
- NB/T 20003.1 核岛机械设施无损检测通用条件
- NB/T 20004 核电厂核岛机械设施材料理化检验方法
- NB/T 20038—2011 核电厂空气和气体处理规范 设计和制造通用要求
- NB/T 20133 压水堆核电厂设施防护涂层规范
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47015 压力容器焊接规程
- NB/T 47019 锅炉、热交换器用管订货技术条件
- YB/T 5309 不锈钢热轧等边角钢
- YS/T 649 铜及铜合金挤制棒
- HAF 603 民用核承压设备焊工及焊接操作工培训、考试和取证管理办法
- HAF J0053 核设施抗震鉴定试验指南
- HAD 003/03 核电厂物项和服务采购中的质量保证
- ANSI/ASME B16.5 管法兰和法兰管件 NPS 1/2至 NPS 24 公制/英制标准 (Pipe flanges and flanged fittings: NPS 1/2 through NPS 24 metric/inch standard)
- ANSI/IEEE 383 核电厂用1E级电缆质量鉴定和现场拼接 (Standard for qualifying class 1E electric cables and field splices for nuclear power generating stations)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定风量 rated air flow rate

在标准空气状态下，每小时通过机组的空气体积流量，单位为 m^3/h 。

3.2

额定供冷量 rated cooling capacity

机组在规定试验工况下的总除热量，即显热和潜热除热量之和，单位为kW。

3.3

额定供热量 rated heating capacity

机组在规定试验工况下供给的总显热量，单位为kW。

3.4

断面风速均匀度 face velocity uniformity

指断面上任一点的风速与平均风速之差的绝对值不超过平均风速20%的点数占总测点数的百分比。

3.5

标准空气状态 standard air

指温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度65%，压力101.3 kPa；密度 $1.2\text{ kg}/\text{m}^3$ 时的空气状态。

3.6

蒸发效率 evaporative efficiency

进口空气与出口空气干球温度的差值与进口空气干球温度与进口空气湿球温度差值的比值。

3.7

水、蒸汽、直接蒸发式盘管 water, steam, and volatile refrigerant coils

通过水、蒸汽或制冷剂对空气进行冷却、加热处理的换热装置。

3.7.1

含盐水 brackish water

含有浓度高于或等于 $5\text{ }000\text{ mg}/\text{L}$ 的高溶固体物质的水。

3.7.2

构筑物 building structure

属于核设施的一部分，在本部分中指用于支撑、放置和保护核系统或部件。

3.7.3

盘管的额定值 coil ratings

规定的运行工况下，盘管的性能数据。

3.7.4

部件支承 component support

支承部件重量的构件，并把部件产生的载荷传递到构筑物上。

3.7.5

新鲜水 fresh water

含有浓度低于5 000 mg/L的低、中溶性固体物质的水。

3.7.6

传递单元 intervening element

位于部件支承和核设施构筑物之间，用于将载荷从支撑部件传递到核设施的构筑物上。

3.7.7

管接头 nozzle

位于集管和工艺系统管道之间的入口和出口连接件。

3.7.8

弯头 bend

位于管子端头，用于连接两个直管的部件。

3.8

喷水室、水蒸发式冷却装置 air washers and evaporative coolers

通过空气与喷淋水或淋水填料层接触，产生热湿交换的处理装置。

3.8.1

导流板 baffles

喷水室空气入口侧的成形叶片或网板，起到均匀气流的作用；当采用成形叶片时，还能阻止来自喷水室空气中夹带的水滴。

3.8.2

挡水板 eliminator

由平行叶片构成，使水滴从气流中分离，位于喷水室的下游。

3.8.3

填料 fill

水蒸发式冷却装置中的湿表面介质。

3.8.4

集管 header

喷水室中的配水管，位于泵的出水管末端。

3.8.5

喷嘴 nipples

用于流量收缩和扩散的节流件。

3.8.6

封板 side blanks

挡水板段的围挡，防止水滴从挡水板周围飞溅。

3.8.7

定距装置 spacers

能等距离且平行地夹住导流板和挡水板的带切口的板条或其他装置。

3.9

电加热盘管 electric heating coils

通过金属管状电加热元件对空气进行加热的装置。

3.9.1

光管式加热器 tub coil

不带肋片的电加热管

3.9.2

肋片式电加热管 finned tubular coil

电阻丝为螺旋状，外面予以绝缘并固定在套管中心，套管外壳带肋片。

3.9.3

暖风机 heating fan

由风机或风扇及电加热盘管组成的供热设备。

3.9.4

元件支承托架 element support bracket

支承加热元件，并保持元件之间设计间隙的托架。

3.9.5

元件的接线端 element terminal

夹住电阻丝终端的装置。

3.9.6

玻璃涂料 frit

在加热元件运行温度范围内，其膨胀系数与套管以及肋片的热膨胀系数相似的玻璃涂层或高温环氧树脂。

3.9.7

法兰型电加热器 electric heater, flanged

安装在两个管道部件之间或空气处理机组之间，通过法兰和螺栓连接的电加热器。

3.9.8

插入型电加热器 electric heater, slip-in

通过管道的一侧开孔或通过空气处理机组的箱体开孔安装的电加热器。

3.9.9

加热器端子箱 heater terminal box

金属箱体，带铰链转动或可脱卸的箱盖，端子箱固定在加热器框架上。加热器的端子箱内有加热元件的接线柱和热熔断器，端子箱内也可以带有加热器的控制器。

3.9.10

加热元件 heating element

电阻元件，可以是光管式也可能是肋片式。

3.9.11

绝缘体套管 insulator bushing

定位于元件支承架内的高温陶瓷套管或苯酚套管。

3.9.12

远距离控制屏 remote control panel

金属箱体，带铰链转动或可脱卸的箱盖，与加热器框架分开安装；控制屏内有加热器的控制器。

4 材料

4.1 通用要求

设备使用的所有材料应满足技术规格书中指定的应用条件和指定的运行环境条件。对于本部分未列出的材料，需通过试验确认其满足要求。最大许用设计应力值应满足NB/T 20038—2011的要求。

空调设备及组成部件所用材料应满足结构设计的全部要求。代用材料应相当于或超过表1的要求。表1列出了适用于水、蒸汽和直接蒸发式盘管和水蒸发式冷却装置、电加热器的材料。

4.2 水、蒸汽和直接蒸发式盘管

水、蒸汽和直接蒸发式盘管材料应满足以下要求：

- a) 承压部件的材料应满足 NB/T 47019 和 NB/T 20038 及技术规格书中的材料适用要求；
- b) 水盘管框架以及支承部件和将载荷从承压边界传递到有关构件的材料应符合 GB/T 16702 中的材料要求；
- c) 其他的盘管框架部件或支承管，其材料应从表 1 中选用。

4.3 喷水室和水蒸发式冷却装置

喷水室和水蒸发式冷却装置及其附件的材料应满足5.5.2的要求。当技术规格书或NB/T 20038—2011有其他要求时，可采用超过表1要求的材料。

4.4 电加热盘管

电加热盘管和附件的材料应同时满足5.6及表1的要求。

表1 许用材料

序号	标准号	名称
1	GB 912	碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板及钢带
2	GB 3274	碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带
3	GB 3280	不锈钢冷轧钢板和钢带
4	GB 4237	不锈钢热轧钢板
5	GB 24511	承压设备用不锈钢钢板及钢带
6	GB/T 699	优质碳素结构钢
7	GB/T 700	碳素结构钢
8	GB/T 706	热轧型钢
9	GB/T 845	十字槽盘头自攻螺钉
10	GB/T 1234	高电阻电热合金
11	GB/T 1591	低合金高强度结构钢
12	GB/T 2059	铜及铜合金带材
13	GB/T 2518	连续热镀锌钢板及钢带
14	GB/T 3077	合金结构钢
15	GB/T 3190	变形铝及铝合金化学成份
16	GB/T 3880.1	一般工业用铝及铝合金板、带材 第1部分：一般要求
17	GB/T 5783	六角头螺栓 全螺纹
18	GB/T 6170	I型六角螺母
19	GB/T 8162	结构用无缝钢管
20	GB/T 11253	碳素结构钢冷轧薄钢板及钢带
21	GB/T 11263	热轧H型钢和剖分T型钢
22	GB/T 14975	结构用不锈钢无缝钢管
23	GB/T 15115	压铸铝合金
24	GB/T 15389	螺杆
25	GB/T 17791	空调与制冷设备用无缝铜管
26	YB/T 5309	不锈钢热轧等边角钢
27	YS/T 649	铜及铜合金挤制棒

4.5 材料的应力值

应按表1或在技术规格书中指定空调设备部件和附件所采用的材料编号和级别名称。材料编号用于规定化学成分和材料厚度；级别名称用于决定该材料的最低强度。

如果指定级别的材料具有给定的最小弯曲和拉伸强度，则制造应采用这些数值。当不知道或未标明这些数值，应按照NB/T 20038—2011通过试验来取得这些数值。若采用由试验确定的最小屈服应力值，应按NB/T 20004规定的试验方法确定。

4.6 保护涂层

所有的碳钢件表面都应有防止腐蚀和易于清洁、去污的涂层，涂层应符合NB/T 20038-2011中6.5的要求；同时，涂层的耐辐照性、耐化学腐蚀性和去污要求应符合技术规格书的要求。

不锈钢材、表面镀锌钢材、铜和铜合金，铝和玻璃材质表面不需要涂层。

4.7 材料的特殊限制

锌和铝不能用在有腐蚀性蒸汽存在的地方。

在安全壳内且在失水事故需投入运行的空调设备，材料要耐酸碱腐蚀。不能选用与安全壳蒸汽易发生化学反应并产生易燃、易爆气体的材料。

在放射性环境中使用的空调设备所配带的电缆、润滑油脂（或油）等材料应选用耐辐照材料，并提供相关报告。

4.8 材料的认证

制造厂应提供形成压力边界的所有材料的化学成分和物理性能的合格材料试验报告。压力边界包括换热管、集管、弯头、管接头和法兰等。

对非承压边界的盘管材料、电加热器、喷水室和水蒸发式冷却装置，制造厂应提供符合技术规格书及国家标准要求的材料等级、级别和热处理状态的合格证书。

5 设计

5.1 概述

本部分规定了空调设备设计应满足的基本要求。

5.2 水和蒸汽盘管的设计条件

5.2.1 技术规格书

技术规格书至少应包括以下内容：

- a) 安全等级；
- b) 规范等级；
- c) 质保等级；
- d) 抗震类别；
- e) 盘管的类型；
- f) 允许腐蚀量；
- g) 水侧污垢系数；
- h) 边界条件；
- i) 换热管和肋片的最小厚度；
- j) 最大允许肋片间距；
- k) 结构材料；
- l) 设备的运行工况，正常、事故、安全壳压力（泄漏）试验：
 - 1) 进风干球/湿球温度，℃；
 - 2) 出风干球/湿球温度，℃；
 - 3) 空气密度， kg/m^3 ；
 - 4) 水进、出口温度，℃；
 - 5) 蒸汽压力，Pa；
 - 6) 水侧流量， m^3/h ；
 - 7) 进入空气流量， m^3/h ；
 - 8) 最大水侧压降，Pa；
 - 9) 最大空气侧压降，Pa；
 - 10) 最大面风速， m/s ；
 - 11) 最大环境设计压力，Pa；
 - 12) 换热量，kW。
- m) 按 NB/T 20038—2011 规定的设计和工作载荷；

- n) 辐照, 总累积剂量, Gy;
- o) 涂层要求;
- p) 水质条件。

5.2.2 技术要求

5.2.2.1 通用要求

盘管液体侧的所有零部件至少应和其安装的液体系统采用相同的规范等级。盘管应满足换热管及结构验证的设计要求, 并通过相关的检查和试验。

5.2.2.2 换热管

不同材质盘管内的设计流速及设计压力应满足以下要求:

- a) 所有的水盘管管内最低流速为 0.61m/s, 最大流速按表 2 所列的数据进行设计;
- b) 蒸汽盘管应能承受液体侧最大设计压力的两倍。

表2 水盘管中的最大水流速

材料	最大流速 m/s	
	新鲜水	含盐水
铜 (TP2)	2.13	不推荐
铜-镍 (BFe10-1-1)	3.05	2.74
铜-镍 (BFe30-1-1)	4.57	3.66

5.2.2.3 弯头

弯头可采用独立的不可清洗的弯头, 弯头的壁厚至少比所要求的直管壁厚增大一号, 在技术规格书允许的壁厚减薄范围内, U型弯才允许使用。可清洗的弯头应采用铸造工艺或用带塞子和垫圈的机械配件。

5.2.2.4 管接头和集管组件

管接头和集管组件应满足以下要求:

- a) 碳钢管接头、管形集管和集管水箱至少应有 1.6 mm 腐蚀裕量;
- b) 水和蒸汽的集管组件应配有排气管和排水管接头;
- c) 可清洗的盘管应采用可拆卸集管型或带有“O”型垫圈的承插型管接头;
- d) 应按照 5.4 进行载荷计算;
- e) 接头的钎焊及焊接要求应按照第 7 章要求进行;
- f) 管接头应采用焊接或法兰连接方式。

5.2.2.5 肋片

肋片采用铜翅片, 最小厚度为 0.23 mm; 肋片应通过机械膨胀或胀管工艺或钎焊工艺, 牢固地与换热管连接在一起; 肋片间距应根据设计要求确定。

5.2.2.6 框架和管道支撑

框架和管道支承应设计成能经受NB/T 20038—2011所规定的应力和外部过压,不会引起其永久变形或破坏其整体性,盘管的结构要求见5.4要求;框架和管道支架采用表1中的材料。

5.2.2.7 设计推荐

安全相关的盘管的设计推荐按照附录C执行。

5.3 直接蒸发式盘管的设计条件

5.3.1 技术规格书

技术规格书应至少包括以下内容:

- a) 安全等级;
- b) 规范等级;
- c) 质保等级;
- d) 抗震类别;
- e) 设计和试验标准;
- f) 结构材料;
- g) 制冷剂类型;
- h) 允许最小肋片间距;
- i) 设备的运行工况,正常、事故工况下的设计参数,包括:
 - 1) 总热交换量, kW;
 - 2) 显热交换量, kW;
 - 3) 进风干球/湿球温度, °C;
 - 4) 出风干球/湿球温度, °C;
 - 5) 蒸发温度, °C;
 - 6) 进风量, m³/h;
 - 7) 最大空气侧压降, Pa;
 - 8) 最大面风速, m/s;
 - 9) 设计载荷;
 - 10) 辐照, 总累积剂量, Gy;
 - 11) 涂层要求。

5.3.2 技术要求

5.3.2.1 通用要求

直接蒸发式盘管设计应符合NB/T 20038—2011给出的结构要求。用于直接蒸发式盘管的结构要求和载荷满足5.4的要求,液体侧的设计、结构、额定值和试验应符合设计文件的要求,检查和试验满足第6章的要求,结构材料应符合第4章的要求,焊接和钎焊应满足第7章的规定。

5.3.2.2 换热管

直接蒸发式盘管用换热管应能耐设计中所规定的最大液体侧压力的1.5倍。

5.3.2.3 弯头

在技术规格书允许的壁厚减薄范围内,U型弯才允许使用。

5.3.2.4 分配器

当需要将制冷剂在盘管中均匀分配时应使用分配器，每一环路的分配管应具有相同的长度，每一分配器和分配管应由和相邻的连接材料能相容的材料制造并按第4章的规定执行。

5.3.2.5 吸气集管组件

垂直的集管开口应设于底部，以利用重力作用顺畅地回油。吸入集管应紧靠盘管的进风面。

5.3.2.6 肋片

肋片设计应满足5.2.2.5的要求。

5.3.2.7 框架和换热管支撑

框架和换热管支撑应按5.2.2.6的规定设计，框架和换热管支撑应采用表1中认可的材料。

5.3.2.8 设计推荐

安全相关的盘管推荐按照附录C执行。

5.4 水、蒸汽和直接蒸发式盘管的结构要求

5.4.1 通用要求

盘管的结构应按照本部分以及NB/T 20038—2011的相关条款进行设计。

5.4.2 盘管的支撑边界

盘管可作为一个单体来支承（作为空气处理系统的一部分）或作为一个线支承（作为插入到一个风管系统中的一个组件），并应满足以下要求：

- a) 作为一个单体来支承时，盘管的支撑边界应为空气处理设备箱体和盘管之间的连接点和接触点；
- b) 作为一个线支承时，盘管的支撑边界应为接口法兰或其他位于盘管和风道之间的机械连接件。该连接件设计用来传递所有部件的载荷；
- c) 盘管支撑边界的设计还应考虑以下内容：
 - 1) 所有支撑件的外形、尺寸和类型；
 - 2) 作用于锚固点上的所有载荷的大小和方向，包括所有由安装的盘管组件产生的静载荷、动载荷和运行载荷。载荷应按照NB/T 20038—2011的第4章要求考虑允许组合的形式；
 - 3) 其他载荷，如管接头允许载荷或确保盘管在所有的设计条件下能够执行其所要求的安全功能的其他边界载荷。

5.4.3 载荷定义

5.4.3.1 总体要求

设备结构设计中考虑的载荷按照NB/T 20038—2011的相关条款执行外，还应包括下述各条规定的载荷。

5.4.3.2 正常载荷

正常载荷应包括以下各项：

- a) 自重载荷——包括由水或热交换介质而增加的载荷；
- b) 运行压力载荷——正常运行中可能出现的最大压差引起的载荷。包括由正常设计气流所产生的载荷和在系统中由于其他气流控制装置的快速变化而引起的冲击压力；
- c) 管接头载荷——与接管相联的管道系统的剪力和弯矩；
- d) 正常设备的接口载荷——正常的由外界施加的载荷，或由邻近设备或与盘管相连的风管引起的载荷。

5.4.3.3 热载荷

包括由温度引起的热应力和位移受约束所产生的载荷。

5.4.4 结构验证

5.4.4.1 验证方法

结构验证方法应满足以下要求，并均应给出相应的验证报告：

- a) 分析验证法、试验验证法的具体要求分别见 NB/T 20038—2011 附录 A 及附录 B；
- b) 当在结构上要进行验证的设备与已经验证过的其他设备具有相类似的设计及更优越的性能条件，则该设备可以通过比较验证法来代替分析法和试验法进行验证。

5.4.4.2 设计验证的验收准则

设计验证的验收应遵守以下准则：

- a) 当盘管的换热管和集管的组合载荷不超过 NB/T 20038—2011 对应等级给出的应力极限时，盘管结构强度得到验证；
- b) 当盘管框架的组合载荷不超过 NB/T 20038—2011 对应等级给出的应力极限时，盘管框架结构强度得到验证；
- c) 当与盘管相关联的其他设备的组合载荷不超过 NB/T 20038—2011 对应等级给出的应力极限时，与盘管相关联的其他设备结构强度得到验证。

5.4.4.3 变形的验收准则

变形对安装的盘管不是一个失效的模式，无验收准则。

5.5 喷水室和水蒸发式冷却装置的设计条件

5.5.1 设计文件

技术规格书至少应包括以下内容：

- a) 设备类型，分为：
 - 1) 喷水室；
 - 2) 水蒸发式冷却装置。
- b) 结构材料；
- c) 设备的运行工况，正常、事故工况下的设计参数，包括：
 - 1) 进风干球/湿球温度，℃；
 - 2) 出风干球/湿球温度，℃；
 - 3) 显热冷量，kW；
 - 4) 空气密度，kg/m³；
 - 5) 最小和最大风量，m³/h；

- 6) 最小和最大风速, m/s;
- 7) 空气压降, Pa;
- 8) 蒸发效率, %。
- d) 泵流量, m^3/h ;
- e) 泵扬程, mH_2O ;
- f) 泵电机功率, kW;
- g) 补水量, m^3/h ;
- h) 外形尺寸;
- i) 排水接头、类型和管径;
- j) 保温要求;
- k) 设计载荷;
- l) 辐射, 总累积剂量, Gy;
- m) 电气特性;
- n) 最大指定设计温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

5.5.2 技术要求

5.5.2.1 通用要求

喷水室和水蒸发式冷却装置应满足以下要求:

- a) 喷水室和水蒸发式冷却装置应能满足 5.5.2.2~5.5.2.8 的设计要求, 并能满足 5.5.3 的结构要求;
- b) 喷淋型喷水室应由小室或框架(包括喷淋系统)、水箱、循环水泵组成, 必要时, 还要设置挡水段;
- c) 箱型喷水室应由装有玻璃、金属或用金属网格固定的纤维介质构成的小室组成。每个小室应配备喷水集管和排水盘, 除底层以外, 均设排水管;
- d) 湿介质蒸发式空气冷却装置应包括框架、填料、水箱、循环泵和水分配系统;
- e) 刚性的介质蒸发式冷却器应采用刚性的波纹状材料作湿表面;
- f) 其他类型的喷水室和水蒸发式冷却装置只要设计和性能满足技术规格书的要求均是可以接受的;
- g) 当技术规格书有保温或均流要求时, 应采用相应措施;
- h) 所有部件材料应满足耐腐蚀要求。

5.5.2.2 小室

小室设计应满足以下要求:

- a) 面板和箱体应加以密封和紧固, 保证气密性;
- b) 与面板连接在一起并延伸至挡水板的侧板、顶部隔板均应尽量减少旁通的气流和水雾绕过挡水板;
- c) 挡水板和导流板应通过中间定距装置提供定位和支承功能;
- d) 当需要设检修门时, 位于小室面板上的检修门应是水密型, 或配备可以接回至小室的外排水管;
- e) 小室的内部支架离管嘴的孔口应大于 150 mm;
- f) 小室应易于维修。

5.5.2.3 挡水板

挡水板应满足以下要求:

- a) 应能够去除气流中未蒸发的水滴,由一组挡水板用来收集未蒸发的水滴并将其排到喷水室水箱内;
- b) 挡水板的排列和间距应在技术规格书中所提出的风速和压降下能将未蒸发的水滴有效地除去;
- c) 挡水板材料应采用镀锌钢板或不锈钢板。镀锌钢板按 GB/T 2518 中相关条款规定,最低性能级别为结构 80 级,厚度 0.4 mm~0.5 mm,镀层重量不小于 275 g/m²;
- d) 挡水板在规定的最高温度和风速下应保持其外形;
- e) 挡水板组件应设计成便于对每一叶片进行清洗;
- f) 在挡水板的进风口处装一块延伸到水面下的挡板以防止气流和水雾在挡水板下旁通;
- g) 位于挡水板底部的排水侧应配有防沫板,以防止泡沫逸入气流中。

5.5.2.4 填料

填料应采用刚性和半刚性的填料介质设计湿表面,水从润湿表面上蒸发,而过量的水则从湿表面排入水箱。

填料的介质应为弹性纤维玻璃或纤维素材料,或是刚性的呈波纹的材料,或是用适当的材料浸润过的玻璃纤维板,能在不损坏其吸湿性的情况下提供刚性并保持其形态的特性。该填料可经过化学处理以增加其吸湿度。填料应经过处理以能抗细菌、真菌和其他微生物。应根据设计条件选择填料介质。

5.5.2.5 导流板

导流板用于为喷水室提供均匀的气流。

导流板材料应采用镀锌钢板或不锈钢板。在规定的最高温度和风速下,材料应能保持其外形。

如采用镀锌钢板,应按 GB/T 2518 中相关条款要求,最低的性能级别为结构 80 级,厚度 0.4 mm~0.5 mm 镀层重量为 275 g/m²。对于大于 65% 净面积的多孔镀锌钢板,厚度为 0.8 mm~1.0 mm。

导流板组件应设计成便于对每个叶片进行清洗。

5.5.2.6 喷水装置

喷水装置应满足以下要求:

- a) 喷水室和水蒸发式冷却装置的喷淋排应保证喷水分布均匀,当风速为 2.5 m/s 时饱和效率不低于 90%;湿润介质的分配集管应延伸到介质上面的整个长度,且间距相等,并在每一孔口上水量均匀分配以保持要求的效率;
- b) 管子应采用壁厚不小于 3 mm 的镀锌或不锈钢管;
- c) 管子的焊接应按第 7 章规定进行;
- d) 管接头的材料应与管材相容;
- e) 集管与水箱、支承或面板的连接应采用螺栓连接或焊接;焊接应按第 7 章的规定进行;
- f) 集管和立管应提供清洗的措施,如管帽或盲板法兰;
- g) 集管直径不应小于标准直管螺纹 DN100,立管不小于 DN32,螺纹接头不应小于 DN10;填料型蒸发式冷却器的集管应采用管径不小于 DN32 的加厚钢管,壁厚不应小于 5.08 mm;
- h) 集管段用螺栓紧固的法兰应满足下列要求:
 - 1) 性能不低于 06Cr19Ni10 的不锈钢,ANSI/ASME B16.5 中的 150LB 级法兰;
 - 2) 锻钢 ANSI/ASME B16.5 中 150LB 级法兰。

5.5.2.7 水箱

水箱应为喷水系统提供贮槽、附件,如补给水、快速注入和水位控制等,并满足以下要求:

- a) 水箱板材采用镀锌钢板或不锈钢板, 镀锌钢板不应低于 GB/T 2518 中相关条款要求, 最低的性能级别为结构 80 级, 镀层重量为 275 g/m^2 , 厚度 $2.0 \text{ mm} \sim 2.5 \text{ mm}$;
- b) 挡水板、填料和导流板的支承应保持一定的间隔, 使在正常或事故运行中两个支承间间距的偏差不大于 1.6 mm ;
- c) 泵的吸入管与水箱壁应采用螺纹、法兰、螺栓或焊接连接。如果泵为立式安装时, 应通过螺栓连接到浸于水中的吸水盘上;
- d) 水箱上的所有焊缝应满足第 7 章的规定。

5.5.2.8 其他要求

除上述要求外, 还应满足以下要求:

- a) 镀锌钢板上的焊缝应先清洗, 再按 NB/T 20038—2011 中 6.5.3.5 的规定涂上一层富锌无机涂料;
- b) 照明、动力和控制电缆的电气安装应符合 GB/T 5226.1 和技术规格书的规定;
- c) 喷水室和水蒸发式冷却装置尽可能采用模块化设计, 且当其规格大小不能采用一般运输时, 应现场组装。

5.5.2.9 设计推荐

喷水室和水蒸发式冷却装置的设计推荐见附录 C。

5.5.3 结构要求

5.5.3.1 通用要求

喷水室和水蒸发式冷却装置应按 NB/T 20038—2011 第 4 章的结构要求进行设计。用于喷水室和水蒸发式冷却装置的结构要求和载荷定义见 5.5.3.2~5.5.3.4。

5.5.3.2 喷水室和水蒸发式冷却装置的支承边界

喷水室和水蒸发式冷却装置的支承边界应由接口法兰、管接头、安装螺栓与邻近的管道或设备之间的机械接头所组成。制造厂需给出支承边界接口所必需的资料。这些资料应包括, 但不限于:

- a) 所有要求的支承附件的外形、尺寸和类型;
- b) 作用于锚固点上的所有载荷的大小和方向, 包括所有的静载荷、动载荷和运行载荷, 应按 NB/T 20038—2011 中 4.2.1.3 考虑允许的载荷组合;
- c) 其他要求, 如管接头允许载荷、偏差限制或确保盘管在所有的设计条件下能够执行其所要求的安全功能的其他边界载荷。

5.5.3.3 载荷定义

喷水室和水蒸发式冷却装置的结构设计中考虑的载荷除要满足 NB/T 20038—2011 中 4.2.1.2 和 4.2.1.3 的要求外, 还包括下列载荷:

- a) 正常载荷:
 - 1) 自重载荷——包括由于水或其他介质所增加的重量;
 - 2) 运行压力载荷——正常运行工况下可能产生的由最大压差所引起的载荷, 包括正常设计的空气流所产生的载荷和系统中其他设备的快速切换所产生的冲击压力;
 - 3) 接管载荷——与管道系统联在一起的管接头的剪力和弯矩;
 - 4) 正常的设备接口载荷——由接口设备或联接管道所施加的正常的的外部载荷;
 - 5) 附件载荷——与任一机组附件 (例如传动装置或仪表) 有关的自重载荷。

- b) 喷水室和水蒸发式冷却装置喷水系统中液体冲击产生的载荷;
- c) 温度载荷: 应包括由温度所引起的应力和位移受约束产生的载荷。

5.5.3.4 结构验证

喷水室和水蒸发式冷却装置以及其所有部件均应在5.5.3.3所列的各种结构载荷下能保持其功能。结构验证应按照5.4.4执行。

5.6 电加热盘管的设计条件

5.6.1 技术规格书

技术规格书应包括以下内容:

- a) 进风干球温度, $^{\circ}\text{C}$;
- b) 进风相对湿度, %;
- c) 出风干球温度, $^{\circ}\text{C}$;
- d) 进入空气流量, m^3/h ;
- e) 入口空气速度, m/s ;
- f) 线电压, 相, 频率, V , Hz ;
- g) 控制电压, 相, 频率, V , Hz ;
- h) 盘管类型, 分为:
 - 1) 法兰型;
 - 2) 插入型。
- i) 元件类型, 分为:
 - 1) 光管;
 - 2) 肋管。
- j) 加热器功率, kW ;
- k) 级数;
 - 1) 结构材料;
- m) 控制位置, 分为:
 - 1) 就地控制;
 - 2) 远程控制。
- n) 控制型式, 分为:
 - 1) 电动控制;
 - 2) 气动控制。
- o) 设计载荷;
- p) 辐照, 总累计剂量, Gy 。

5.6.2 技术要求

5.6.2.1 通用要求

电加热盘管应按JB/T 2379设计, 并满足5.6.2.2~5.6.2.9的设计要求, 并能满足5.6.3的结构要求。同时应提供支承边界接口所必需的所有资料。这些资料应包括, 但不限于下列各条:

- a) 所要求支承附件的外形、尺寸和支承类型;
- b) 作用于锚固点上的所有负荷的大小和方向, 包括所有静载、动载和由安装好的加热器组件所引起的运行载荷。载荷应按NB/T 20038—2011第4章的要求考虑, 以表格形式提出;

- c) 任何保证在所有设计条件下, 加热器能够完成其安全功能的必需信息。

5.6.2.2 元件

元件应满足以下要求:

- a) 盘管元件应是光管或肋管。电阻丝应符合 GB/T 1234 的要求;
- b) 光管加热元件应是 6J20 的电阻丝, 在电阻丝外套以高温陶瓷或苯酚套管;
- c) 肋管加热元件应是 6J20 的电阻丝, 在电阻丝外套以金属套管并用氧化镁耐火材料加以绝缘;
- d) 套管和肋片应为不锈钢、蒙乃尔合金或镀铜碳钢。碳钢元件应涂高温铝涂料或陶瓷烧结涂料;
- e) 盘管元件的零件应为不锈钢或蒙乃尔合金。绝缘元件和托架衬套应为无孔的陶瓷元件并应安全配置。接线端子应用机械夹紧于电热元件上;
- f) 元件支承托架, 光管元件间隔不大于 100 mm; 对带肋的盘管元件间隔不大于 450 mm。可通过加强筋和加强板增强支承架的刚性;
- g) 为保证在非满负荷运行时换热的均匀性, 至少应有 1/3 的加热元件均匀处于加热器迎风面。

5.6.2.3 框架

框架应采用法兰连接或插入式连接。当要求多组设置时, 应采用多个法兰。框架、支承和法兰应采用表1中的材料。

5.6.2.4 热熔断器

应提供两级温度热熔断器。一级热熔断器应是自动复位型, 二级热熔断器应为手动复位型或可更换型。对于框架宽度大于900 mm的加热器以及服务于多区域或双风道系统的空气处理机组中的电加热器, 应配备线型热熔断器。

5.6.2.5 风机联锁

每一台暖风机内的电加热器均应通过风机继电器或内装的压差型流量开关和风机联锁, 开关装置应与热熔断器串联。

5.6.2.6 端子箱

端子箱应满足 GB 4208 规定的防护等级要求。端子箱应采用不锈钢板或不低于性能级别为结构 80 级, 镀层重量为 275 g/m², 厚度不低于 1.2 mm 的镀锌钢板。

5.6.2.7 电气要求

电气部分应满足以下要求:

- a) 电加热盘管应按 JB/T 2379 的相应要求制造。所有的内部接线应在工厂内安装并便于定位在端子上。在任一端子上导线不多于两条。电源线端子和控制线端子应做出清晰的标记。电源线和控制线应接在不同的端子上, 不得相互混接。应设置连接地线的接头。
- b) 电加热机组及部件应按 GB/T 12727 和 GB/T 13625 进行合格鉴定。以证明在特定的相对湿度、辐照剂量、温度等环境条件下能够运行。根据加热器合格试验的结果, 加热器制造厂应对任何不能达到规定寿期的元件提出一份推荐的更换时间表。
- c) 电加热盘管箱体和端子箱中的控制线和电源线应满足 GB 18380 垂直燃烧试验的要求, 导线绝缘层上应注明防火等级。布置在敞开线槽内的控制线和电源线应按 ANSI/IEEE 383 进行阻燃试验。接线端子之间的导线应为连续的, 不允许有任何拼接。对于导线直径小于 4 mm 的所有导

线的终端应呈压扁型,具有预先绝缘的环型舌簧片机械式接线柱。对于等于或大于4 mm的导线则应采用压力式或夹紧式接线柱。绝缘材料应为耐辐照型。部件接线可以采用铲型快速接头;

- d) 接线端子应为带有模压型接线端子,接线端子之间具有屏蔽。除了等于或大于4 mm的导线外,不可采用压力式或夹紧式接线端子。
- e) 熔断器部件应为具有增强夹的苯酚模压型。
- f) 应配备一个内装的、全容量的、安全的、非熔断型的断路开关或熔铸的盒型开关。断路开关应与端子箱门联锁。
- g) 触点开关应是整个电路的磁断路型开关,并且应能在规定的供电电压上下波动10%时不过热;
- h) 元件的表面功率密度不应大于 0.07 W/mm^2 。
- i) 每组电加热盘管环路的额定电流不应大于48 A,否则要分为几个环路。

5.6.2.8 内置程序控制器

内置程序控制器应满足以下要求:

- a) 当需要可控硅整流器(SCR)功率控制器时,应采用固态的,用零电压接通的方式。它应根据输入信号,将功率输出量从0%变化到100%。
- b) SCR功率控制器应设计成当恒温器或其他外部控制线路短路或断开时,可控硅整流器SCR就被切断。
- c) 当需要步进控制器时,应在失去电源时返回到零。每一步应兼有开和关两个触点,每一步的任何一点均可在现场进行调整。
- d) 当采用气动控制信号时,其控制范围应在技术规格书中规定。而失去气动信号时,加热器应停运。

5.6.2.9 远距离控制屏

远距离控制屏除满足5.6.2.7和5.6.2.8的要求外,还应满足以下要求:

- a) 远距离控制屏应适合于自立式安装或墙上安装。控制屏应由不小于1.2 mm厚的不锈钢板、镀锌钢板或刷漆碳钢板制成。远距离控制屏的设备安装座应为不小于1.6 mm厚不锈钢或刷漆碳钢板。
- b) 制屏应配备一个与控制屏的门机械联锁的断路开关。当端子箱与远距离控制屏分开设置时,电加热盘管应配置一只集成开关,当端子箱门打开的时候,它就切断加热器上的电路。

5.6.3 电加热盘管的结构要求

5.6.3.1 通用要求

电加热盘管应按NB/T 20038—2011第4章列出的要求设计。电加热盘管的结构要求和载荷定义见5.4.2和5.4.3。

5.6.3.2 电加热盘管的支承边界

电加热盘管可以作为空气处理机组的一个组成部分或者风道中的一个组件。

- a) 作为空气处理机组的一部分的电加热盘管的支承边界,应由空气处理设备箱体和加热器之间的附件和连接点组成;
- b) 作为风道中一个组件的电加热盘管的支承边界,应包括接口法兰,装在风管上的控制盒或其他在加热器和风管之间设计用来传递所有相连部件的载荷的机械连接所组成;
- c) 加热器制造厂应提供支承边界接口所必需的所有资料。这些资料应包括,但不限于下列各条:

- 1) 所要求支承附件的外形、尺寸和支承类型;
- 2) 作用于锚固点上的所有负荷的大小和方向, 包括所有由安装好的加热器组件所引起的静载、动载和运行载荷; 载荷应按 NB/T 20038—2011 第 4 章的要求考虑, 以表格形式提出;
- 3) 在所有设计条件下, 保证加热器能够完成其要求的安全功能所必需的信息。

6 检查和试验

6.1 通用要求

检测、试验和检查应符合本章要求以及 NB/T 20038—2011 中第 5 章的规定。按本章或任何章节的要求进行检查或试验时, 根据本部分的不同要求, 应由执行检查或试验的一方提出书面的检查或试验程序。应由有资质人员完成检查或试验。

6.2 水、蒸汽和直接蒸发式盘管的试验

6.2.1 通用要求

盘管性能验收按照 JG/T 21 标准执行。

6.2.2 性能验证

6.2.2.1 概述

空气盘管的性能应按以下规定的方法之一进行验证。

6.2.2.2 小样试验法

空气盘管的额定值应通过小样试验得出。盘管制造厂应给出盘管合格证, 合格证应包括:

- a) 根据设计参数的盘管的负荷;
- b) 计算中使用的污垢系数;
- c) 每一种盘管均应有一份证明合格的报告, 对每一个模数化的盘管, 序列号应列入合格证明报告。

6.2.2.3 性能试验法

由盘管制造厂对盘管样机进行实验室的性能试验来确定性能额定值, 试验结果应以试验报告的形式加以说明。报告应包括:

- a) 设计条件;
- b) 试验方法的描述;
- c) 试验程序;
- d) 计算;
- e) 盘管负荷的说明。

6.2.3 水和蒸汽盘管的压力试验

按照 GB/T 14296 进行盘管的水压或气压试验。

6.2.4 直接蒸发式盘管的压力试验

应以 1.5 倍设计压力进行至少 10 min 的气压试验。试验应在水下进行。有任何压力降低或在水中有可见气泡产生都视为不合格。

6.2.5 无损检测

6.2.5.1 材料检测

当技术规格书有要求时,盘管的管材应进行涡流探伤。按承压设计和制造的水盘管和蒸汽盘管,其检测应按JB/T 4730相关规定进行,对于直接蒸发式冷却盘管,其检测应按JB/T 7659.4规定进行。

6.2.5.2 钎焊接头的目视检查

钎焊接头应按NB/T 20038—2011第5章进行目视检查。

6.3 喷水室和水蒸发式冷却装置的试验

6.3.1 通用要求

喷水室和水蒸发式冷却装置的性能测试应在工厂按NB/T 20038—2011中5.7和附录A进行。

6.3.2 无损检测

喷水室和水蒸发式冷却装置的无损检测和检查应在工厂按NB/T 20038—2011中第5章进行。最低的验收准则应符合NB/T 20038—2011中第6章的要求。

6.4 电加热盘管的试验

6.4.1 通用要求

电加热盘管应进行检查和试验从而证明在设计或制造过程中没有缺陷。试验和检查应至少包括6.4.2~6.4.5规定的内容,试验报告应按6.5的规定编写。

6.4.2 功能试验

有步进控制器或可控硅整流器SCR的加热器或两者都有的电加热器应通过模拟所要求的热量来进行功能试验,并验证这些元件的功能正确。

6.4.3 绝缘性能试验

按照JB/T 2379的规定进行绝缘性能的试验。

6.4.4 电阻值试验

电阻值的试验应遵守以下要求:

- 电阻值试验应用欧姆表来测试,欧姆表由经批准的机构进行校验,并遵照国家标准具有可追溯性;
- 加热元件每一级加载,应对装置的负荷侧进行读数。对于三相加热器,应分别检查相间电阻;
- 在规定条件下,测量电阻值应在制造商电阻设计值的 $\pm 5\%$ 范围内。

6.4.5 其他

除上述要求外,还应满足以下内容:

- 电加热盘管的外形和尺寸应和已批准的设计图纸相一致;
- 线路应和已批准的电气线路图纸相一致,导线的规格与加热器的电流强度相匹配;
- 应对焊接表面的凹痕、裂纹或其他表面缺陷进行目视检查;
- 与加热器额定值相一致的铭牌应包括功率、电压、相位数、控制电压和级数;

- e) 电气连接应牢固;
- f) 检验内装元件的额定值(电压、电流强度等);
- g) 如盘管有涂层,检查是否满足最低的涂层厚度要求。

6.5 试验报告

试验报告应提供足够充分的各类记录。记录应包括检查和试验报告,并标明检查或试验的日期、检查人员或数据记录员、检查的种类和检查结果以及其可接受性。资料数据的传送、保存和归档管理的要求和责任应符合技术规格书和第9章所规定的要求。

7 制造和安装

7.1 总则

7.1.1 通用要求

制造、安装以及焊接和焊接合格鉴定应符合本章要求以及NB/T 20038—2011第6章的规定。

7.1.2 焊接

焊接应满足如下要求:

- a) 承压部件的焊接应满足 NB/T 20003.1 和 NB/T 47014 的要求;
- b) 按承压部件设计和制造的盘管框架的焊接和焊接接头应满足 NB/T 47014 和 NB/T 47015 的要求;
- c) 喷水室、水蒸发式冷却装置和电加热盘管的焊接应按 NB/T 20038—2011 第 6 章的要求进行。

7.1.3 钎焊

承压部件的焊接应满足NB/T 20038—2011中6.4的要求。

7.1.4 机械连接

机械连接应满足下列要求:

- a) 按承压设备设计和制造的在盘管框架上使用的螺栓和螺栓接头应按 GB/T 16938 相关的规定执行;
- b) 其他盘管应遵循 NB/T 20038—2011 中 4.3.6 的规定;
- c) 所有设备的机械连接应按 NB/T 20038—2011 中 6.2.5 的规定执行。

7.2 清洗、表面处理和涂层

7.2.1 清洗

表面处理及涂装前的清洗应满足NB/T 20038—2011中6.5的规定,并应符合下列要求:

- a) 表面应无微粒沾染,例如砂子、金属屑、焊渣或焊接飞溅物;
- b) 所有要涂层的表面应干净,在其作进一步的机械或化学的表面处理之前应无油、润滑脂、污点、灰尘或外部物质。用溶剂进行清洗应符合 NB/T 20133 的要求。表面处理时不得用卤基材料或含氯除油脂剂。

7.2.2 表面处理

表面处理应满足NB/T 20038—2011中5.3.9的要求，并应符合下列要求：

- a) 位于反应堆安全壳厂房内的金属表面的表面处理应满足下列要求：
 - 1) 所有的焊缝在可能的部位均应是连续的、无尖锐突出和飞溅物，并与母材极好地熔合在一起。表面应按相应的 NB/T 20133 的要求清洗。选用打磨材料时，应选用涂料制造商认可的，能和涂层基层材料相融合，并与涂层系统牢固结合的材料。
 - 2) 应去除所有松散的外部物质。缝隙、擦伤、深的凹坑和接合面均应用与涂层的基层和涂层系统相容的合适材料，在所需要的地方加以填平。
 - 3) 涂装前要保证表面干燥，表面无锈蚀。
 - 4) 在不可能采用喷砂的特殊环境处，可以采用其他的表面处理方法。
- b) 位于反应堆安全壳厂房外的金属表面的表面处理应满足下列要求：
 - 1) 所有焊缝在可能的部位应是连续的，无焊渣溅出、无尖锐的凸台并与母材极好地熔合在一起；
 - 2) 按 NB/T 20133 的规定，采用工业喷砂或其他清理方式时，要满足清洁度等级的要求；
 - 3) 选用打磨材料时，应选用涂料制造商认可的，能和涂层基层材料相融合，并与涂层系统牢固结合的材料；
 - 4) 在不可能采用喷砂的特殊环境处，可以采用其他的表面处理方法。

7.2.3 涂层和涂装工艺

涂层和涂装工艺应符合下列要求：

- a) 涂料的调和调配工艺规程应按 NB/T 20133 的规定并按涂料制造厂的推荐方法进行；
- b) 涂料涂装设备的使用和保养维修应按照 NB/T 20133 的要求，并按涂料制造厂商的推荐方法进行；
- c) 涂料和涂装设备应适合于预期涂装目的，涂装操作条件应满足涂装工艺的要求；
- d) 涂装应按 NB/T 20133 的要求并按涂料制造厂推荐的方法进行；
- e) 涂层的厚度应符合 NB/T 20133 及技术规格书的要求；
- f) 除技术规格书中有特殊要求外，盘管热交换表面均不施涂层；
- g) 涂料、表面处理和涂层实施，包括程序和必需的人员资质的质量保证和质量控制均应符合 HAD 003/03 和 EJ/T 492 的各项要求。

8 包装、运输、贮存和装卸

8.1 总则

包装、运输和贮存的要求应符合本章及NB/T 20038—2011第7章的要求。当设备的不同部件存在不同分级时，制造商程序中应阐述处理方法。如果业主有特殊要求，则应在技术规格书说明。

8.2 包装

水、蒸汽、直接蒸发式盘管、喷水室和水蒸发式冷却装置、电加热盘管、控制屏和端子箱的包装，应依据NB/T 20038—2011中7.2.3保护级别要求，并按照EJ/T 564—2006第4章的规定对本部分所涉及的物项赋予相应的四个级别。

8.3 运输

运输涉及从制造厂或供货商到施工现场的运输方式，应符合NB/T 20038—2011第7章及 EJ/T 564—2006相应等级的要求。

8.4 贮存

机组的贮存要求，应满足NB/T 20038—2011第7章及EJ/T 564—2006的保护级别要求。水、蒸汽、直接蒸发式盘管、喷水室和水蒸发式冷却装置应符合EJ/T 564—2006中的C级储存要求，电加热盘管、控制屏和端子箱应符合EJ/T 564—2006中的B级贮存要求。

8.5 装卸和接收

装卸和接收应满足NB/T 20038—2011第6章及以下要求：

水、蒸汽、直接蒸发式冷却盘管、喷水室和水蒸发式装置应符合EJ/T 564中的C级保护要求，电加热盘管、控制屏和端子箱应符合EJ/T 564—2006中的B级保护要求。

9 质量保证

9.1 总则

涉及本部分设备和材料的制造、安装、检查和试验的质量保证规定，应符合HAD 003/03及NB/T 20038—2011第8章的要求。

9.2 提供的文件

设备制造商应按合同要求向用户提交每台设备的制造完工报告和产品合格证等文件。这些文件在核电厂寿期内均应保存，具体见表3。

非永久性质量保证记录见表4。

制造商提供与上述设备相关物项的文件应包括表3、表4所列内容，但不仅限于此。

表3 永久性质量保证记录

序号	记录	水、蒸汽和蒸发式冷却盘管	喷水室和水蒸发式冷却装置	电加热盘管
1	记录索引	×	×	×
2	技术规格书	×	×	×
3	设计计算书和图纸	×	×	×
4	装配图	×	×	×
5	材料合格证和试验报告	×	×	×
6	结构整体性试验报告	×	×	×
7	水压试验和气压试验报告	×	-	-
8	无损检测报告	×	-	-
9	修理记录	×	-	-
10	焊接程序和焊接工艺评定	×	×	×
11	出厂试验报告	×	×	×
12	环境和抗震鉴定报告	×	×	×
13	运行、安装和维护手册	×	×	×

表4 非永久性质量保证记录

序号	记录	保存时间
1	质量保证大纲手册	由新的替代或无效后 3 a
2	设计、采购和质量保证程序	由新的替代或无效后 3 a
3	安装和无损检测的工艺规程	由新的替代或无效后 10 a
4	人员资格审定记录	由新的替代或无效后 3 a
5	订货合同	由新的替代或无效后 10 a
6	监查和调查报告	报告完成后 3 a
7	计量校准记录	直到重新计量校准
8	工艺卡、跟踪卡或检查清单	完成后 10 a

10 铭牌和记录

10.1 总则

本章所涉及的所有物项应予标识以符合NB/T 20038—2011第9章的要求。记录应由负责部门按认可的质量保证大纲计划，按NB/T 20038—2011第8章的要求进行保存。

10.2 铭牌或标志

铭牌或标志提供一种成品识别的方法，以便保留可追溯性。对于设备铭牌，应执行GB/T 18430.1及技术规格书规定。每台设备应在明显而平整的部位固定永久性铭牌，固定的方法不能对设备的结构和操作的完整性造成影响。

10.2.1 水、蒸汽和直接蒸发式盘管

铭牌至少应包含下列内容：

- a) 制造厂名称；
- b) 设备名称；
- c) 设备型号；
- d) 物项的标志号码；
- e) 冷（热）负荷，kW；
- f) 设计压力，Pa；
- g) 流体类型；
- h) 水、蒸汽盘管的水侧额定流量；
- i) 水、蒸汽盘管的气侧额定流量；
- j) 直接蒸发式盘管的制冷剂类型；
- k) 产品重量；
- l) 产品规格尺寸；
- m) 出厂日期。

10.2.2 电加热盘管

铭牌至少应包含下列内容：

- a) 制造厂名称；

- b) 设备名称;
- c) 设备型号;
- d) 物项的标志号码;
- e) 额定功率, kW;
- f) 电气特性, V/相/Hz;
- g) 产品重量;
- h) 产品规格尺寸;
- i) 出厂日期。

10.2.3 喷水室和水蒸发式冷却装置

铭牌至少应包含下列内容:

- a) 制造厂名称;
- b) 设备型号;
- c) 物项的标志号码;
- d) 容量, kW;
- e) 空气流量, m^3/h ;
- f) 泵流量, m^3/h ;
- g) 泵扬程, mH_2O ;
- h) 电气特性, V/相/Hz;
- i) 产品重量;
- j) 产品规格尺寸;
- k) 出厂日期。

10.3 数据报告

10.3.1 水和蒸汽盘管数据报告

供货商的数据报告应包括以下内容, 盘管至少包括e)~l)项:

- a) 制造厂名称和地址;
- b) 用户名称和地址;
- c) 安装位置;
- d) 型号, 包括以下内容:
 - 1) 水平或者垂直;
 - 2) 容积式、管壳式, 热交换器;
 - 3) 合格证序列号;
 - 4) 图纸号;
 - 5) 制造年份。
- e) 最大温度 ($^{\circ}\text{C}$) 及该温度下的设计压力, MPa;
- f) 最小试验温度, $^{\circ}\text{C}$;
- g) 气压、水压或两者均有的试验压力, MPa;
- h) 集管, 包括:
 - 1) 材料种类、标准;
 - 2) 外径, mm;
 - 3) 管壁厚度, mm;

- 4) 等级;
- 5) 抗拉强度, MPa;
- 6) 型式(管式或箱式)。
- i) 换热管, 包括:
 - 1) 材料种类、标准;
 - 2) 外径, mm;
 - 3) 管壁厚度, mm;
 - 4) 等级;
 - 5) 型式(直管式或U型管式)。
- j) 肋片, 包括:
 - 1) 材料种类、标准;
 - 2) 材料的抗拉强度, MPa;
 - 3) 名义厚度, mm;
 - 4) 最小设计厚度, mm;
 - 5) 片间距, mm。
- k) 盘管框架, 包括:
 - 1) 材料种类;
 - 2) 抗拉强度, MPa;
 - 3) 最小设计厚度, mm。
- l) 管接头、检查口和安全阀开口, 应包括以下内容:
 - 1) 进出水口、排水口的用途;
 - 2) 数量;
 - 3) 直径;
 - 4) 类型;
 - 5) 连接方式;
 - 6) 材料;
 - 7) 壁厚;
 - 8) 加强材料;
 - 9) 位置。

10.3.2 蒸发式盘管数据报告

供货商的数据报告至少包括以下内容, e)~q)项适用于所有蒸发式盘管:

- a) 制造厂名称和地址;
- b) 用户名称和地址;
- c) 安装位置;
- d) 型号, 包括:
 - 1) 水平或者垂直;
 - 2) 容积式、管壳式, 热交换器;
 - 3) 合格证序列号;
 - 4) 图纸号;
 - 5) 制造年份。
- e) 集管, 包括:
 - 1) 材料种类、标准和等级;

- 2) 抗拉强度, MPa;
- 3) 名义厚度, mm;
- 4) 最小设计厚度, mm;
- 5) 内径, mm。
- f) 盘管壳体和框架附件之间的螺栓, 如果可拆卸, 应包括以下内容, 采用其他紧固方式, 可用描述和附图方式说明:
 - 1) 螺栓的材料种类、标准和等级;
 - 2) 规格;
 - 3) 数量。
- g) 最大温度 (°C) 及该温度下的设计压力, Pa;
- h) 最小压力试验温度, °C;
- i) 气压、水压或两者均有的试验压力, Pa;
- j) 管子支架, 包括:
 - 1) 固定方式;
 - 2) 材料种类、标准和等级;
 - 3) 连接方式, 焊接或螺栓连接;
 - 4) 承压侧管子直径, mm;
 - 5) 承压侧管子壁厚, mm。
- k) 管子, 包括:
 - 1) 材料种类、标准和等级;
 - 2) 外径, mm;
 - 3) 管壁厚度, mm;
 - 4) 等级;
 - 5) 型式 (直管式或 U 型管式)。
- l) 肋片, 包括:
 - 1) 材料种类、标准和等级;
 - 2) 材料的抗拉强度, MPa;
 - 3) 名义厚度, mm;
 - 4) 最小设计厚度, mm;
 - 5) 片间距, mm。
- m) 盘管框架, 包括:
 - 1) 材料种类、标准和等级;
 - 2) 材料的抗拉强度, MPa;
 - 3) 名义厚度, mm;
 - 4) 最小设计厚度, mm。
- n) 最高温度 (°C) 及该温度下的最大许用工作压力, MPa;
- o) 最低温度 (当温度低于 -29°C) 时的最大许用工作压力, MPa;
- p) 气压、水压的试验压力, MPa;
- q) 管接头, 包括以下内容:
 - 1) 用途;
 - 2) 数量;
 - 3) 直径;
 - 4) 类型;

- 5) 连接方式;
- 6) 材料;
- 7) 壁厚;
- 8) 加强材料;
- 9) 位置。

附 录 A
(规范性附录)
水蒸发式冷却装置和喷水室的出厂试验

A.1 目的

本程序的目的是按技术规格书要求, 保证组装的水蒸发式冷却装置和喷水室的性能。

A.2 范围

本程序包括水蒸发式冷却装置和喷水室试验的方法和要求。

A.3 仪表

A.3.1 温度测量仪表

用于温度测量的仪表包括:

- a) 湿度计;
- b) 水银温度计;
- c) 热电偶;
- d) 电阻温度计;
- e) 记录仪—测量干球温度和相对湿度的记录仪。

A.3.2 压力测量仪表

用于压力测量仪表包括:

- a) 压力表;
- b) 差压式压力计;
- c) 水银柱或膜盒气压表。

A.3.3 电气仪表

电气仪表包括:

- a) 电压表;
- b) 电流表;
- c) 功率表;
- d) 分析仪(包括所有上面的参数和功率因数)。

A.3.4 其他仪表

其他仪表包括但不限于以下各项:

- a) 频闪灯;
- b) 转速表;
- c) 秒表;

- d) 测速计（叶片、叶轮、电阻型或其他类似的型式）；
- e) 毕托管；
- f) 水流量表或流量孔板。

A.3.5 仪表精度

仪表精度应经过标定，满足GB/T 13283的要求。

A.4 试验装置

A.4.1 通用要求

应根据GB/T 1236设置性能测量装置。根据标准要求，应提供合理、稳定的进风条件，电源供应，风量测量管，水源，水温测量方法，电气测量仪表和压力测量仪表。

A.4.2 仪表要求

仪表设置及功能应满足以下列出的各项要求：

- a) 应在入口处配置记录器以测量进风稳定性并记录进风的工况；
- b) 应配备湿度计测量如图 A.1 所示的喷水室或蒸发冷却器的进口和出口工况；
- c) 在泵的出口处应配备温度计以测量接管管嘴的供水温度；
- d) 在挡水板的水箱内应配备温度计以确定其供水和回水之间的温度差；
- e) 在泵的出口处装设压力表以便确定泵的扬程；
- f) 按供货商所规定的在每一喷嘴集管处设置压力表以测量其平均的喷嘴压力；
- g) 应用电压表来测量泵和风机的电压；
- h) 用电流表来测量泵和风机的电流；
- i) 应配备测量泵和风机角速度的仪表（脉冲频闪灯、速度计、秒表、转速表）；
- j) 为了确定泵的流量，应采用平均的喷嘴压力。供货商应根据泵的型式提供经过验证的压力和流量曲线；
- k) 应配备压力表和毕托管测量静压和动压。应装压差计测量通过喷水室和风机的压降。

A.4.3 准备工作

试验前应进行以下准备工作：

- a) 应提供加湿小室或喷水室进出口面测量点的布置图：
 - 1) 应将迎风面的宽和高分成相等的等分点；
 - 2) 连接相对各等分点以构成相同面积的格子；
 - 3) 测量点应在每个格子的中心。这一格子的高宽比不得超过 1 : 3；
 - 4) 至少应在 9 个位置上设测量点（图 A.1）。
- b) 将泵和风机接到电源上，并点动观察旋转是否正常；
- c) 完成入口和出口测量点的布置。进口和出口的连接应合理地模拟工地现场安装的位置。

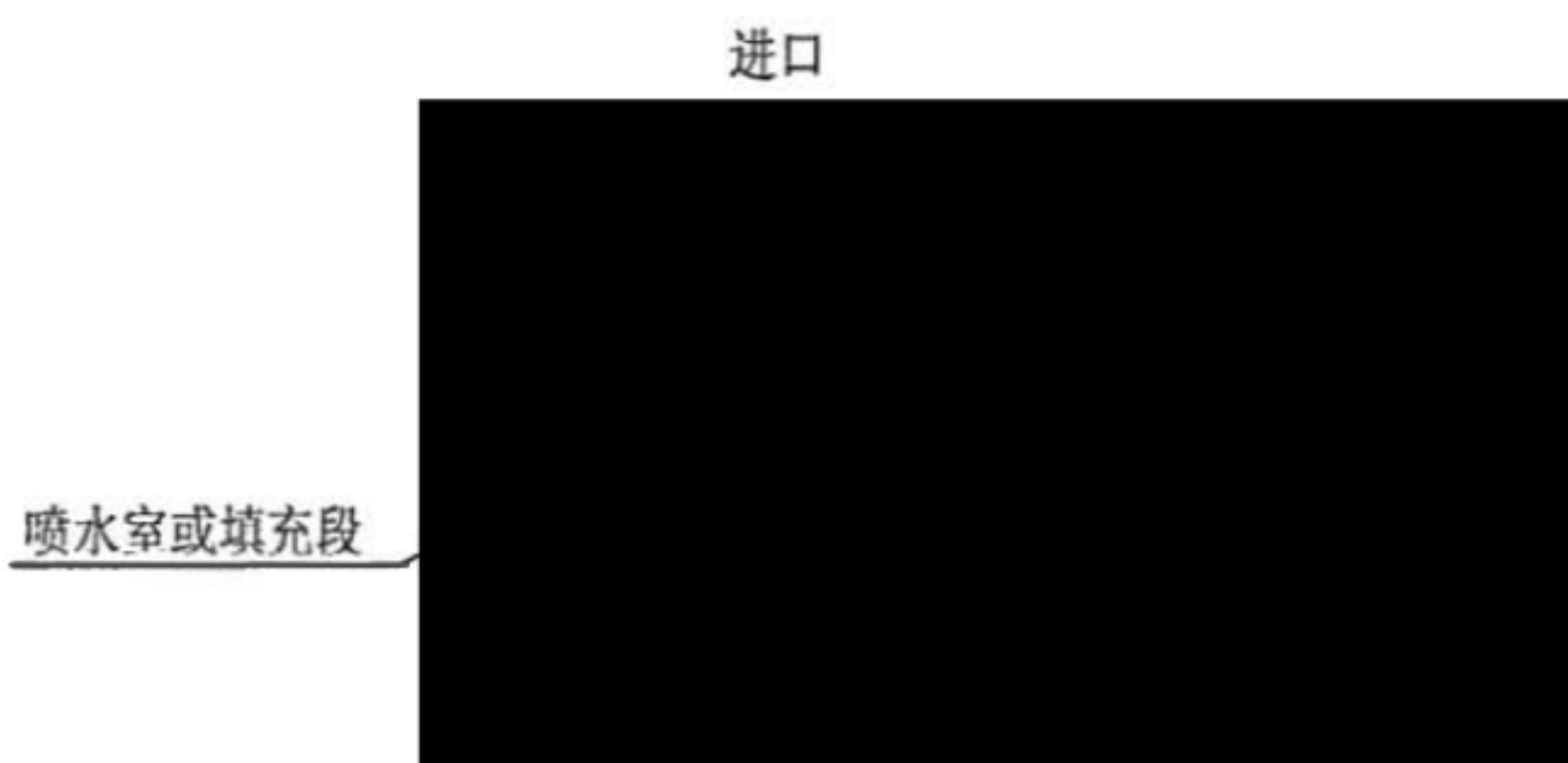


图 A.1 测点

A.5 试验

A.5.1 试验程序

试验应按照以下程序进行：

- a) 启动所有运转设备，如：风机、泵、送风设备和供水设备来测量通过装置的风量；
- b) 动压和静压应在横断面上取点测量；
- c) 测量通过喷水室和气流中其他部件的压降；
- d) 在测点上的数据应按如下规定测量：
 - 1) 在相应的进口和出口测点上读出干球和湿球的数值（见图 A.1）；
 - 2) 应从各测点上的干湿球温度的平均值来计算饱和效率。
- e) 在空气动力性能试验阶段应测量每个测点上的速度；
- f) 测点在开始时的水温 and 试验完成时的水温应按图 A.1 中 1 和 2 所表明的位置进行测量，保证记录的一致性和稳定性：
 - 1) 泵出口的供水温度，℃；
 - 2) 水箱内的水温，℃。
- g) 在湿度测定的前后，应记录下列数据：
 - 1) 泵出口压力，Pa；
 - 2) 立管压力，Pa；
 - 3) 泵出口流量或喷嘴压力，m³/h 或 Pa。
- h) 泵的电气参数测量应记录如下数据：
 - 1) 电压，V；
 - 2) 电流，A；
 - 3) 转速，r/min (rpm)。

A.5.2 验收

验收时，要检查以下列出的相关内容，对供货商提供的设备性能试验的书面试验数据，应判断与设计参数的符合性。

- a) 在挡水板出口侧的顶端和侧面上，不得有任何水珠流下；

- b) 通过一束光线照射,在设计湿球温度降低时,气流中不得有浓雾(在入口处的高湿空气里可能有雾);
- c) 出口气流处的设备表面和设备边缘不得潮湿;
- d) 各测点空气流速平均值应在额定设计值的 $\pm 10\%$ 的范围内。

A.6 试验报告

以下项目应包含在试验报告中:

- a) 因密度引起的动压变化的图表或曲线;
- b) 通过速度和管道面积来计算空气的流量;
- c) 通过喷水室的压降;
- d) 由试验数据计算出的蒸发效率;
- e) 泵流量、扬程和轴功率,以及所有电气数据,如:电流、电压、功率因数和功率;
- f) 入口工况的记录图表;
- g) 测点上气流的分布图;
- h) 出口空气状态,如过水量;
- i) 热交换装置性能,应包括:
 - 1) 进出口的水温;
 - 2) 热负荷计算。

附录 B (规范性附录)

喷水室和水蒸发式冷却装置的推荐设计准则

B.1 范围

本章给出的系统设计参数、特性或技术条件用于喷水室或水蒸发式冷却装置的设计。

B.2 通用要求

喷水室和水蒸发式冷却装置的通用设计要求如下：

- a) 标准速度的挡水板，由平板、折弯板、平行板组成，挡水板迎面风速应按 $1.5\text{ m/s} \sim 3\text{ m/s}$ 设计；
- b) 高速挡水板，用非平整材料做成平行板，迎面风速应按 $3\text{ m/s} \sim 7.5\text{ m/s}$ 设计；
- c) 填充型水蒸发式冷却装置的最大迎面速度为 2.5 m/s ；
- d) 挡水板放在箱内时，不需要将整个挡水板拆开或将挡水板段卸开即可进行清洗维修；
- e) 喷水立管组件相对于挡水板表面的位置以及喷水立管组件相互之间的位置应符合图 B.1 和表 B.1 的最小尺寸要求；
- f) 配有标准速度挡水板的喷水室，按每 $1\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 风量，喷水 $1.0\text{ m}^3/\text{h} \sim 1.3\text{ m}^3/\text{h}$ ；
- g) 配有高速挡水板的喷水室，按每 $1\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 风量，喷水 $0.8\text{ m}^3/\text{h} \sim 1.3\text{ m}^3/\text{h}$ ；
- h) 填充型水蒸发式冷却装置的额定供水量应符合制造厂商推荐的设计条件；
- i) 配有高速挡水板的喷水室，在空气入口处到挡水板段的上游和下游应设置排水沟或排水槽；
- j) 配有高速挡水板的喷水室，在挡水板入口横断面的水平面上上下应设高约 50 mm 的挡水台；
- k) 在挡水板段的出风侧，喷水室应配置防沫板或泡沫盖；
- l) 为了在两个喷淋立管之间或几个喷淋立管之间获得所需要的流量分布，要采用调节旋塞或调节阀；
- m) 水箱和底板的排水地漏的位置应低于水箱和底板的最低点；
- n) 喷水室水箱内要设溢流排水管；
- o) 喷水室内部应可进入，且不干扰主要部件、管道或其他类似物项的布置；
- p) 吸入式喷水室的排风小室应具有足够空间，保证从挡水板的出风面到风机入口的距离不小于风机叶轮直径的 1.5 倍；
- q) 喷淋立管排的集管均配备压力表；
- r) 循环泵的管道均要配备压力表以显示泵的扬程；
- s) 运行水位应由补给水管线上的浮球阀控制。在水箱内装设溢流板或溢流管，当阀门、浮球或管道出现故障时能提供充分的排水能力；
- t) 立管的结构支撑不应在水的喷射范围内；
- u) 喷嘴应提供压力—体积流量曲线。

表 B.1 喷水室立管最小间距表

挡水板的高度 mm	标准速度下立管最小距离 mm		高速时立管最小距离 mm	
	a	b	a	b
1 000	305	915	1 070	457
1 500	305	915	1 400	457
2 000	305	915	1 650	457
2 500	305	915	2 030	457
注：表中a、b尺寸见图B.1。				



- A——立管

B——水箱

C——挡水板

D——顶板
- E——挡板

F——防沫板

G——封板

图 B.1 喷水室侧视图

附 录 C
(规范性附录)

水、蒸汽和直接蒸发式冷却盘管的推荐设计准则

C.1 范围

本章给出的系统设计参数、特性或技术条件用于水、蒸汽和直接蒸发式冷却盘管的设计。

C.2 通用要求

盘管设计时应满足以下要求：

- a) 当不用除盐水作为加热或冷却的介质时，应将水质条件提供给盘管制造厂；
 - b) 冷却盘管空气侧的速度不应超过 2.5 m/s；
 - c) 加热盘管空气侧的速度不应超过 4.0 m/s；
 - d) 水和蒸汽盘管的管材壁厚不应小于 1.0 mm；
 - e) 管子支撑间隔不应大于 1.2 m；
 - f) 水和蒸汽盘管的钢制集管应有 1.6 mm 腐蚀裕量；
 - g) 肋片间距不应小于 2.5 mm。
-

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
核空气和气体处理规范
通风、空调与空气净化 第5部分：空调设备
NB/T 20039.5—2014

*

核工业标准化研究所发行
北京海淀区骚子营1号院
邮政编码：100091

电话：010-62863505

机械工业信息研究院印制部印刷

版权专有 侵权必究

*

2014年11月第1版 2014年11月第1次印刷
印数 1—200