



中华人民共和国国家标准

GB 7190.1—1997

玻璃纤维增强塑料冷却塔 第1部分：中小型玻璃 纤维增强塑料冷却塔

Glass fiber reinforced plastic cooling tower—
Part 1: Middle and small glass fiber
reinforced plastic cooling tower

1997-05-06 发布

1997-11-01 实施

国家技术监督局 发布

前 言

国家标准 GB 7190—87《玻璃纤维增强塑料冷却塔》自 1987 年 1 月 16 日发布以来,1992 年经复审确认,在研究冷却塔新技术,开发新产品,监督各生产厂提高产品质量等方面起到应有作用。

近几年来冷却塔发展较快,特别是逆流式方塔在各行业中深受欢迎。GB 3096—93《城市区域环境噪声标准》的发布,更需对 GB 7190—87 在噪声要求方面进行修订。这次修订的内容主要有:

- a) 将原标准的设计工况湿球温度由 27℃ 改为 28℃;
- b) 增加方形逆流塔;
- c) 噪声指标参照 GB 3096—93 并与环保节水等有关部门的要求基本一致;
- d) 增加对风机叶片要求内容;
- e) 增加冷却塔的抗震要求;
- f) 控制冷却塔在运转过程中的飘水率。

本标准参阅了日本 JIS B8609—1981《机力通风式冷却塔的性能试验方法》。同时也参阅了英国 BS 4485:Part 2:1988《冷却塔 第 2 部分:性能试验方法》和德国 DIN 1947《湿式冷却塔热力性能验收条件》(1989 年 5 月修订)。

本标准附录 A、附录 B、附录 C 是标准的附录,附录 D 是提示的附录。

修订后的本标准成为玻璃纤维增强塑料冷却塔第 1 部分。

本标准自生效之日起,同时代替 GB 7190—87。

本标准由国家建筑材料工业局提出。由全国纤维增强塑料标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:国家建材局上海玻璃钢研究所、机械部第四设计院、国家建材局玻璃钢研究院。

本标准参加起草单位:浙江联丰集团公司、广东阳江龙达集团股份有限公司、常州冷却塔厂、成都金牛玻璃钢厂、江阴空调除尘设备厂。

本标准主要起草人:潘瑜、傅敬运、吴群益、吕琴、胡中水。

中华人民共和国国家标准

玻璃纤维增强塑料冷却塔 第1部分：中小型玻璃 纤维增强塑料冷却塔

GB 7190.1 1997

代替 GB 7190—87

Glass fiber reinforced plastic cooling tower—
Part 1: Middle and small glass fiber
reinforced plastic cooling tower

1 范围

本标准规定了中小型玻璃纤维增强塑料(以下称玻璃钢)冷却塔的定义、产品分类、产品形状及组成名称、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及其他等。

本标准适用于单塔冷却水量为1 000 m³/h以下、电动机内置的机力抽风、装有淋水填料、玻璃钢与金属件等组成的混合结构冷却塔。如划分范围与GB 7190.2—1997发生交叉,则冷却水量为1 000 m³/h以上时,按GB 7190.2—1997。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 1449—83 玻璃纤维增强塑料弯曲性能试验方法
- GB/T 2576—89 纤维增强塑料树脂不可溶分含量试验方法
- GB/T 2577—89 玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法
- GB 3096—93 城市区域环境噪声标准
- GB/T 3854—83 纤维增强塑料巴氏(巴柯尔)硬度试验方法
- GB/T 8237—87 玻璃纤维增强塑料(玻璃钢)用液体不饱和聚酯树脂
- GB/T 8924—88 玻璃纤维增强塑料燃烧性能试验方法 氧指数法
- GB J102—87 工业循环水冷却设计规范
- JC/T 278—94 中碱玻璃纤维无捻粗纱

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 热力性能曲线 thermal performance curves

在直角坐标上,以 $\Omega=f(\lambda)$ 曲线形式表示冷却塔散热散质能力的曲线。

3.2 设计工况 designing working conditions

冷却塔设计的热力性能工作状态数据。包括:进塔空气干球温度、湿球温度、大气压力、进塔空气流量、冷却水流量、进塔水温、出塔水温。

3.3 设计参数 designing parameters

包括设计工况及其他有关设计的数据,例如冷却数、塔的安装尺寸、淋水密度、气流阻力、电动机功率、噪声值、飘水率等。

3.4 名义冷却流量 nominal cooling water capacity

标准设计工况的进塔冷却水流量(m^3/h)。

3.5 气水比 air/water ratio

进塔干空气流量(kg/h)与进塔冷却水流量(kg/h)之比。

3.6 湿空气的含湿量 humidity of wet air

湿空气中的水汽质量(kg)和干空气的质量(kg)之比,也称比湿,单位 $\text{kg}/\text{kg}(\text{DA})$,DA 为干空气。

3.7 填料径深 air entrancing packing length

横流式冷却塔每边的填料进出空气的二端面之间的水平距离。

3.8 喷头 sprayer

是配水系统的末端组成部分,通常喷头内有一出水套管,叫喷嘴。

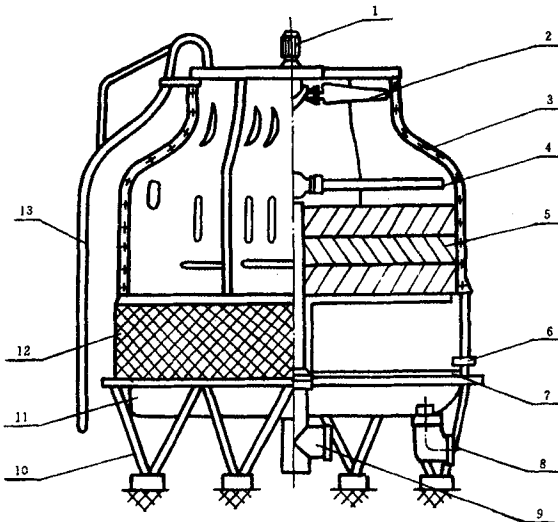
3.9 噪声的标准测点 measuring noise standard point

距塔进风口方向离塔壁水平距离为一个塔直径(或当量直径)、离地面(或水池顶)1.5 m 高的测点(见附录 B)。

4 产品分类

4.1 产品型式

冷却塔根据水、空气在填料中的相对流向分为逆流式和横流式两种。根据塔体形状又分为圆形塔、方形塔。逆流式圆形冷却塔如图 1 所示;逆流式方形冷却塔如图 2 所示;横流式冷却塔如图 3 所示。

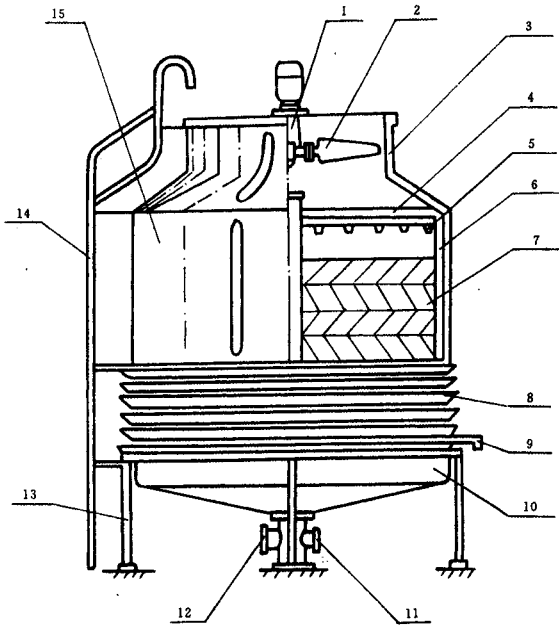


1—电动机和减速度器;2—叶片;3—上塔体;4—布水器;5—填料;

6—补给水管;7—滤网;8—出水管;9—进水管;10—支架;

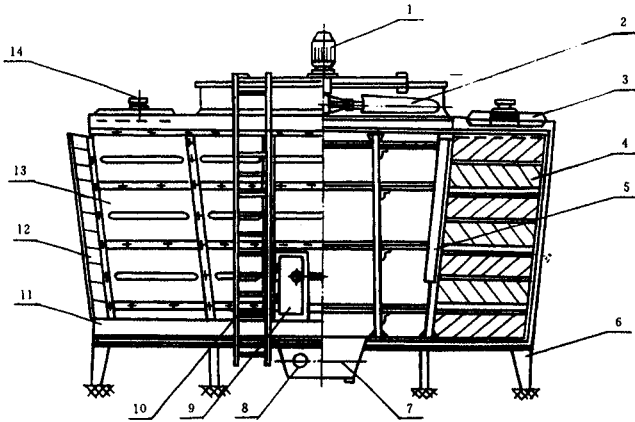
11—下塔体;12—进风窗;13—梯子

图 1 逆流式圆形玻璃钢冷却塔示意图



- 1—电动机和减速器；2—叶片；3—上塔体；4—除水器；5—布水器；
 6—钢架；7—填料；8—进风窗；9—补给水管；10—下塔体；
 11—进水管；12—出水管；13—支架；14—梯子；15—中塔体

图 2 逆流式方形玻璃钢冷却塔示意图

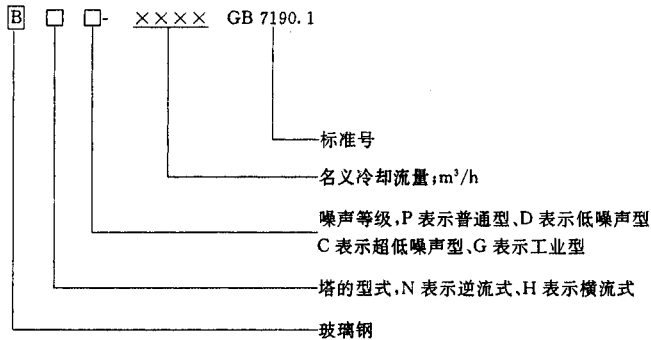


1—电动机和减速器；2—叶片；3—配水槽；4—填料；5—除水器；
6—支架；7—集水箱；8—出水管；9—门；10—梯子；
11—下塔体；12—进风窗；13—外围结构；14—进水管

图 3 横流式玻璃钢冷却塔示意图

4.2 产品标记

冷却塔按型式、噪声等级及名义冷却流量进行标记。



4.3 标记示例

BNC-50 GB 7190.1

表示名义冷却流量为 50 m³/h 的逆流、超低噪声型玻璃钢冷却塔。

BHG-1 000 GB 7190.1

表示名义冷却流量为 1 000 m³/h 的横流、工业型玻璃钢冷却塔。

5 技术要求

5.1 热力性能

5.1.1 标准设计工况

各类冷却塔的标准设计工况见表1。

表1 标准设计工况

塔型 标准设计	P型	D型	C型	G型
进水温度, °C	37			43
出水温度, °C	32			33
设计温差, °C	5			10
湿球温度, °C	28			28
干球温度, °C	31.5			31.5
大气压力, Pa	9.94 × 10 ⁴			

注:对取其他设计工况的产品,必须换算到标准设计工况,并在样本或产品说明书中,按标准设计工况标记冷却水流量。

5.1.2 热力性能

5.1.2.1 产品样本或产品说明书应提供根据热力测试资料计算的热力性能曲线,以供用户在非标准设计工况时确定冷却塔的有关参数。

5.1.2.2 热力性能要求:按水温降对比法求出的实测冷却能力与设计冷却能力的百分比(η_r)不得小于90%。

5.2 噪声

冷却塔的噪声指标应不超过表2的规定值。

表2 冷却塔的噪声指标

dB(A)

名义冷却流量 m ³ /h	噪声指标			
	P型	D型	C型	G型
8	66.0	60.0	55.0	70.0
15	67.0	60.0	55.0	70.0
30	68.0	60.0	55.0	70.0
50	68.0	60.0	55.0	70.0
75	68.0	62.0	57.0	70.0
100	69.0	63.0	58.0	75.0
150	70.0	63.0	58.0	75.0
200	71.0	65.0	60.0	75.0
300	72.0	66.0	61.0	75.0
400	72.0	66.0	62.0	75.0
500	73.0	68.0	62.0	78.0
700	73.0	69.0	64.0	78.0
800	74.0	70.0	67.0	78.0
900	75.0	71.0	68.0	78.0
1 000	75.0	71.0	68.0	78.0

注

1 介于两流量间时,噪声指标按线性插值法确定。

2 对G型塔的噪声指标有特殊要求时,由供需双方商定。

5.3 耗电比

5.3.1 电动机的电流值,不应超过额定电流值。

5.3.2 实测耗电比:对 G 型塔不大于 $0.06 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{h})$;对其他型塔不大于 $0.04 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。

5.4 玻璃钢件

5.4.1 外观

5.4.1.1 塔体外表面应有均匀的胶衣层,表面应光滑、无裂纹、色泽均匀。

5.4.1.2 塔体表面的气泡和缺损允许修补,但应保持色泽基本一致。修补后的塔体外表面上直径 $3 \text{ mm} \sim 5 \text{ mm}$ 的气泡在 1 m^2 内不允许超过 3 个;不允许有直径大于 5 mm 以上的气泡。

5.4.1.3 下塔体内表面应为富树脂层。

5.4.1.4 塔体边缘应整齐、厚度均匀、无分层、切割加工断面应加封树脂。

5.4.2 树脂含量

5.4.2.1 玻璃钢塔体的树脂含量:富树脂层应在 70% 以上;短切毡和喷射成型层应在 65% 以上;结构层为 45%~55%。

5.4.2.2 玻璃钢风机叶片的树脂含量为 43%~50%。

5.4.3 固化度

聚酯玻璃钢的固化度不小于 80%;环氧玻璃钢的固化度不小于 90%。

5.4.4 弯曲强度

织物增强聚酯玻璃钢的弯曲强度不低于 147 MPa ;织物增强环氧玻璃钢的弯曲强度不低于 196 MPa ;短切毡增强玻璃钢的弯曲强度不低于 78.4 MPa 。

5.4.5 巴氏硬度

聚酯玻璃钢的巴氏硬度不小于 35。

5.4.6 阻燃性能

对有阻燃要求的冷却塔,玻璃钢的氧指数不低于 28。

6 试验方法

6.1 热力性能

6.1.1 热力性能试验见附录 A。

6.1.2 对普通型塔,当冷却水量等于名义冷却流量、进塔水温为 $37 \text{ C} \pm 2 \text{ C}$ 、进塔空气湿球温度为 $10 \text{ C} \sim 30 \text{ C}$ 的条件时,可采用简便的热力性能测试方法,见附录 D。

6.2 噪声

噪声试验见附录 B。

6.3 耗电比和空塔风量

6.3.1 耗电比试验见附录 C。

6.3.2 空塔风量采用微速风表、热球风速仪、毕托管等风速仪表测量冷却塔的进风口或出风口的风速,然后根据进风口或出风口的面积换算成进塔或出塔空气量,即空塔风量。

6.4 玻璃钢件性能

6.4.1 试件:采用随炉试样。对塔体也可在观察窗开孔处取样。

6.4.2 外观:目测。

6.4.3 树脂含量:树脂含量试验按 GB/T 2577。

6.4.4 固化度:固化度试验按 GB/T 2576。

6.4.5 巴氏硬度:巴氏硬度试验按 GB/T 3854。

6.4.6 弯曲强度:弯曲强度试验按 GB/T 1449。

6.4.7 阻燃性能:氧指数试验按 GB/T 8924。

7 检验规则

7.1 检验分类: 检验分出厂检验和型式检验。

7.1.1 出厂检验

7.1.1.1 检验项目

- a) 产品外观、巴氏硬度应逐个进行检查。
- b) 树脂含量、弯曲强度、空塔风量, 按表 3 组批和抽检。

表 3 抽样方案

批量范围, 台	取样数	判定数组	
		Ac	Re
1~15	2	0	1
16~25	3	0	1
26~90	5	0	1
91~150	8	1	2
151~280	13	1	2
281~500	13	1	2

7.1.1.2 判定规则

- a) 外观符合 5.4.1 规定, 判该项合格。如不符合该条规定, 允许修补一次; 如修补后符合规定, 则判该项合格, 否则为不合格。
 - b) 巴氏硬度符合 5.4.5 的规定, 判该项合格。如不符合该条规定, 允许进行处理, 15 天后再次试验, 如已符合规定, 判该项合格, 否则为不合格。
 - c) 树脂含量、弯曲强度、风机耗电比符合相应的规定, 则判相应项为合格, 否则为不合格。
 - d) 空塔风量测定值不小于设计值为合格, 若不符合此要求, 允许调整风机叶片安装角一次, 再次检验, 若符合要求, 判为合格, 否则为不合格。
- 以上各项全部符合要求, 则判该塔出厂检验合格; 否则为不合格。

7.1.2 型式检验

7.1.2.1 检验条件

有下列情况之一时, 应对临近检验时生产的一台冷却塔进行型式检验。

- a) 首制塔;
- b) 主要原材料或工艺方法有较大改变时;
- c) 正常生产满三年时;
- d) 停产一年以上, 恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 质量监督机构提出要求或供需双方发生争议时。

7.1.2.2 检验项目

本标准第六章中的全部项目。

7.1.2.3 判定规则

- a) 热力性能、噪声、耗电比分别符合相应要求时为合格。如其中任一项未符合要求, 允许采取一次补救措施, 重做试验(热力性能、噪声、耗电比同步进行), 若该项已符合要求且另两项仍符合要求, 则判该项合格; 否则判该项不合格。
- b) 玻璃钢管件符合 5.4 要求为合格。如某项不合格, 允许重新取样做不合格项试验, 如已符合要求,

则判该项合格；否则判该项不合格。

c) 每项指标均符合要求，判该塔合格。热力性能、噪声、耗电比三项指标中有一项未符合要求，判该塔不合格；玻璃钢件有二项或二项以上未符合要求，判该塔不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

塔体上应有产品标记、设计单位、制造厂名和生产日期等。

8.2 包装

8.2.1 包装必须牢固可靠，有安全起吊标志。

8.2.2 随同产品提供如下文件：

a) 样本或产品说明书；主要包括设计湿球温度、进出塔水温、冷却水流量、风量、电动机功率、标准点噪声、主要安装尺寸、基础尺寸、基础载荷、安装及维修说明。

注：样本及产品说明书，必须与销售过程中提供给选用单位的一致。

b) 出厂合格证；

c) 产品说明书；主要包括安装尺寸，基础尺寸，基础荷载，安装和维护等；

d) 产品易损件明细表；

e) 装箱单。

8.3 运输

运输中不可碰撞产品和倒放，塔体和风机叶片及填料等上面不准堆放重物。

8.4 贮存

8.4.1 电动机和减速器、连体不可倒放，应室内存放。

8.4.2 玻璃钢件和淋水填料不许曝晒和堆压重物，存放处应干燥、防水、防火，无腐蚀介质。

8.4.3 风机叶片妥善保管，防止变形。

9 其他

9.1 原材料

9.1.1 冷却塔上下塔体均为聚酯玻璃钢。其增强材料为中碱无捻粗纱布和玻璃纤维毡，应符合相应的规定；基体为不饱和聚酯树脂，应符合 GB/T 8237 的规定。

9.1.2 当冷却塔的进水温度大于 46℃ 时，应采用相应的基体材料和成型工艺。

9.2 风机

9.2.1 风机特性参数应符合设计工况要求，其主要配件（如电动机、减速器）应符合有关技术规定。

9.2.2 任何材质的风机叶片要求强度可靠，表面光洁，各截面过渡均匀、无裂纹、缺口、毛刺等缺陷。玻璃钢风机叶片的表面，其可见气泡直径不大于 3 mm，展向每 100 mm 区域内气泡数不超过 3 个。

9.2.3 风机组装前，风机叶片应作静平衡试验，并按“刚性转子平衡精度”，取 G6.3 等级，平衡力矩由计算求出。叶片平衡后应定位、编号。

9.2.4 叶尖距塔体内壁之间的间隙应保持均匀，其值宜不大于 0.008D（D 为风机直径）。

9.2.5 风机传动系统采用皮带传动型式时，皮带轮应与风机同时进行静平衡试验。

9.2.6 电动机宜采用封闭式改型 Y 系列。有防爆要求时采用防爆电动机。对电动机的接线匣进行防水密封、上油防腐等处理。

9.3 布水系统

应将冷却水均匀布洒在填料顶部。

9.3.1 采用旋转布水器布水时，应保证布水管正常运转，管上开口方向正确、孔口光滑，管端与塔体间隙以 20 mm 为宜，管底与填料间隙宜不小于 50 mm。

9.3.2 横流塔宜采用池式布水,配水池应水平,孔口光滑,积水深度宜不小于 50 mm。

9.4 淋水填料

9.4.1 填料材料应选用冷却效率高、通风阻力小的阻燃材料。

9.4.2 填料安装时要求间隙均匀、顶面平整、无塌落和叠片现象,每平方米能承受力 2.94 kN,填料片不得穿孔破裂。

9.5 飘水率

应控制冷却塔的飘水率,不允许有明显的飘水现象。如用户有更高要求时,由供需双方商定。

9.6 抗震要求

对有抗震要求的冷却塔,结构设计时应根据地震设防烈度进行防震计算。

9.7 塔体刚度

塔体刚度应符合设计要求。

9.8 金属件

9.8.1 除有色金属外,所有黑色金属部件(包括连接件)表面应作去油、防锈、防腐处理。

9.8.2 玻璃钢件内的预埋金属件,应作去油、除锈、打毛、清洗处理。

附录 A
(标准的附录)
热性能试验方法

A1 范围

本方法适用于单塔冷却水量为 $1\ 000\text{m}^3/\text{h}$ 以下、电动机内置的机力抽风冷却塔。

A2 原理

冷却塔的实测冷却能力与设计冷却能力有可比性,前提是需将非设计工况下的实测冷却能力换算成相当于设计工况条件下的冷却能力。

A3 仪表

A3.1 通风干湿球温度计,最小分度值不大于 0.2C ,精度不低于 0.5 级。

A3.2 气压计。

A3.3 毕托管和压差计,孔板、堰板或电磁流量计、超声波流量计。

A3.4 棒式水银温度计,最小分度值不大于 0.1 度,精度不低于 0.2 级。或热电偶、铂电阻温度计,最小分度值不大于 0.1 度。精度不低于 0.2 级。

A3.5 三相功率表和互感器。

A3.6 旋桨式风速仪或热球式风速仪、微速风表。

A4 条件

A4.1 应在使用半个月以后,一年以内。

A4.2 空气湿球温度应在 $10\text{C}\sim 31\text{C}$,最好在夏季测试。

A4.3 应在环境风速小于 4m/s 、阵风小于 7m/s 、无雨的条件下测试。

A4.4 进塔水流量应为设计水流量 $90\%\sim 110\%$ 。

A4.5 进塔水温应为 $(t_B \pm 2)\text{C}$ (t_B 为设计进塔水温)。

A4.6 进塔水质总固体不超过 $5\ 000\text{mg/L}$,含油(包括焦油)不超过 10mg/L ,不含有直径大于 5mm 的机械性杂质。

A5 步骤**A5.1 仪表检验**

所用仪表必须经检验合格,在有效期内。

A5.2 仪表安装布点

a) 干湿球温度计安装在距进风口外 $2\text{m}\sim 5\text{m}$ 处,距地面 1.5m 。温度计应避免阳光直射,所在空间通风良好。一般设对称的二个测点,同时进行读数。

b) 测量大气压的气压计的测点布置同 A5.2a,但只设一个测点。也可选用附近气象站的相应参数。

c) 测量进塔流量的仪表应安装在进塔水管上,测点前后均需有 $5\sim 7$ 倍管径的平直段。

d) 测进塔水温的测点应靠近冷却塔的压力管内,在管道上应事先焊上装温度计的铜管,并内装少许机油,使传热均匀,横流塔也可布置在配水槽内。

e) 测出塔温度的温度计布置在出水管或回水沟内。

f) 测进塔空气流量应在塔的出风口用毕托管和微压计测出压差再计算出风量;当无条件在风筒喉

部测量时,也可在冷却塔进风口采用风速仪进行测量,宜将进风断面分为若干等面积的方格,在每个方格中心测量风速,方格尺寸宜不大于 $1.0 \times 1.0 \text{ m}^2$ 。

A5.3 每组测试数据的允差范围

- 进塔空气湿球温度 $\pm 1.0^\circ\text{C}$;
- 进塔水温: $\pm 1^\circ\text{C}$;
- 进塔水流量: $\pm 5\%$;
- 水温降: $\pm 5\%$ 。

A5.4 每组测试数据稳定时间

在A5.3允差范围内稳定30 min。出塔水温比进塔水温滞后2 min~5 min读数。

A5.5 有效测试数据组数

有效测试数据组数不少于3组。

A6 结果及计算

A6.1 所需参数的计算公式

A6.1.1 进塔空气相对湿度

$$\Phi = \frac{p_r'' - A p_0 (\theta_1 - r)}{p_{s_1}''} \quad \dots\dots\dots (A1)$$

式中: p_r'' ——进塔空气在湿球温度 r 时饱和空气的水蒸气分压,kPa;

p_{s_1}'' ——进塔空气在干球温度 θ_1 时饱和空气的水蒸气分压,kPa;

A ——不同干湿球温度计的系数。屋式阿弗古斯特干湿球温度计为 $A=0.0007974$;通风式阿斯曼干湿球温度计为 $A=0.000662$;

p_0 ——大气压力,kPa。

饱和空气的水蒸气分压在 $0^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 时按式(A2)计算:

$$\lg p'' = 2.0057173 - 3.142305 \left(\frac{10^3}{T} - \frac{10^3}{373.16} \right) + 8.2 \lg \frac{373.16}{T} - 0.0024804(373.16 - T) \quad \dots\dots\dots (A2)$$

式中: p'' ——饱和空气的蒸气分压,kPa;

T ——绝对温度, $T=(273.16+t)$,K。

A6.1.2 进塔干空气密度 ρ_1 (kg/m^3)

$$\rho_1 = \frac{(p_0 - \Phi p_{s_1}'') \times 10^3}{287.14(273 + \theta_1)} \quad \dots\dots\dots (A3)$$

式中: p_0 与 p_{s_1}'' 同式(A1)。

A6.1.3 气水比 λ

$$\lambda = \frac{\rho_1 G}{Q} \quad \dots\dots\dots (A4)$$

式中: G ——风量, m^3/h ;

Q ——冷却水质量流量, kg/h 。

A6.1.4 进塔空气焓 i_1 (kJ/kg)

$$i_1 = 1.006\theta_1 + 0.622(2500 + 1.858\theta_1) \frac{\Phi p_{s_1}''}{p_0 - \Phi p_{s_1}''} \quad \dots\dots\dots (A5)$$

式中: θ_1 ——干球温度, $^\circ\text{C}$;

Φ 、 p_{s_1}'' 、 p_0 同式(A1)。

A6.1.5 出塔空气焓 i_2 (kJ/kg)

$$i_2 = i_1 + \frac{C_w \Delta t}{k \cdot \lambda} \quad \dots\dots\dots (A6)$$

式中: $k = 1 - \frac{t_2}{586 - 0.56(t_2 - 20)}$

t_2 ——出水温度, °C;

Δt ——水温降, °C;

C_w ——水的比热, $C_w = 4.187 \text{ kJ/kg} \cdot \text{°C}$ 。

A6.1.6 塔内空气的平均焓 i_m

$$i_m = \frac{i_2 + i_1}{2} \quad \dots\dots\dots (A7)$$

A6.1.7 温度为 t 时饱和空气焓 i'' (kJ/kg)

$$i'' = 1.006t + 0.622(2500 + 1.858t) \frac{p''_1}{p_0 - p''_1} \quad \dots\dots\dots (A8)$$

式中: p''_1 ——温度 t 时的饱和空气的水蒸气分压, kPa。

A6.2 逆流式冷却塔热力计算基本公式

$$\Omega = \frac{k\beta_w V}{Q} = \int_{t_2}^{t_1} \frac{C_w dt}{i'' - i} \quad \dots\dots\dots (A9)$$

式中: Ω ——交换数;

β_w ——容积散质系数, $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$;

V ——淋水填料体积, m^3 ;

i ——空气焓, kJ/kg ;

k ——同式(A6);

Q ——同式(A4);

i'' ——同式(A8);

t_1 ——进塔水温, °C;

t_2 ——出塔水温, °C;

C_w ——同式(A6)。

式(A9)的积分可采用辛普逊两段近似积分公式

$$C_w \int_{t_2}^{t_1} \frac{dt}{i'' - i} = \frac{C_w \Delta t}{6} \left(\frac{1}{i_2'' - i_1} + \frac{4}{i_m'' - i_m} + \frac{1}{i_1'' - i_2} \right) \quad \dots\dots\dots (A10)$$

式中: i_m'' ——平均水温 $(t_1 + t_2)/2$ 的饱和空气焓 (kJ/kg);

i_1'' ——进塔水温 t_1 的饱和空气焓 (kJ/kg);

i_2'' ——出塔水温 t_2 的饱和空气焓 (kJ/kg)。

A6.3 横流式冷却塔热力计算基本公式:

$$\Omega = \frac{k\beta_w V}{Q} = \frac{C_w}{L} \int_0^L \int_0^H \frac{1}{i'' - i} \times \frac{\partial}{\partial z} dz dx \quad \dots\dots\dots (A11)$$

式中: L ——填料深度, m;

H ——填料高度, m。

式(A11)中积分可采用平均焓差计算:

$$\frac{C_w}{L} \int_0^L \int_0^H \frac{1}{i'' - i} \cdot \frac{\partial}{\partial z} dz dx = \frac{C_w \Delta t}{\Delta i_m} \quad \dots\dots\dots (A12)$$

式中: Δi_m ——平均焓差, kJ/kg ;

$\Delta i_m = x(i_1'' - \delta'' - i_1)$, kJ/kg ;

x 是 η 和 ζ 的函数, 由图(A1)中查出。

$$\eta = \frac{i_1'' - i_2''}{i_1'' - \delta_i'' - i_1}$$

$$\zeta = \frac{i_2 - i_1}{i_1'' - \delta_i'' - i_1}$$

$$\delta_i'' = \frac{i_1'' + i_2'' - 2i_m''}{4}$$

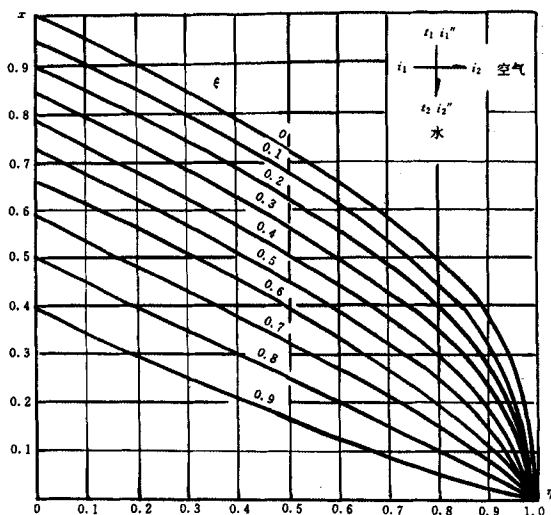


图 A1 横流塔平均焓差计算曲线图

A7 试验报告

试验报告内容包括以下各项中的全部或部分:

- a) 试验任务、目的;
- b) 冷却塔设计、施工、运行的概况及有关示意图;
- c) 方法、仪表及测点布置;
- d) 试验记录整理、数据汇总;
- e) 试验计算结果、数据汇总;
- f) 存在问题及分析;
- g) 负责与参加试验的单位、人员、试验日期。

附录 B
(标准的附录)
噪声测定方法

B1 范围

本测定方法适用于所有冷却塔。

B2 仪表

经计量单位校验合格的声级计。

B3 条件

B3.1 噪声应在冷却塔正常运转时测定。

B3.2 噪声测定时周围环境必须安静, 风机不运转时冷却塔的本底噪声应比运转时的 A 声级至少低 10 dB(A), 否则应进行修正。

B4 测点布置

测点布置见图 B1、图 B2。

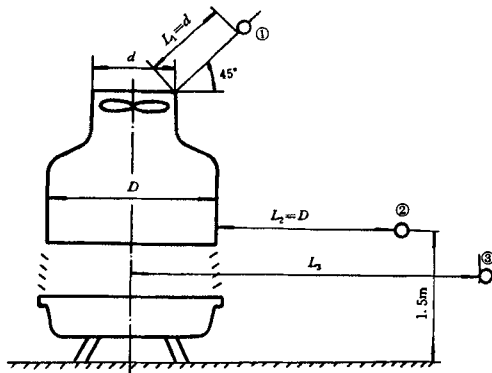


图 B1 逆流式塔测点布置图

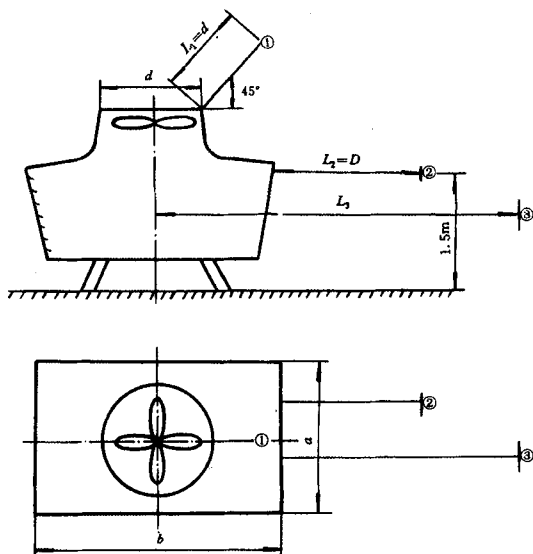


图 B2 横流式塔测点布置图

B4.1 测点①在出风口 45° 方向,离风筒为一倍出风口直径,当出风口直径大于 5 m 时,测定距离取 5 m 。

B4.2 测点②在塔进风口方向,离塔壁水平距离为一倍塔体直径。当塔体直径小于 1.5 m 时,取 1.5 m ;当塔形为方形或矩形时,取塔体的当量直径; $D=1.13\sqrt{a\cdot b}$, a 、 b 为塔的边长。

B5 结果及分析

B5.1 至少测二个方向,取其算术平均值。

B5.2 测定声级标准以测点②的 A 档总声级为准。①、③二点作为对比用。

B6 试验报告

试验报告内容包括以下各项中的全部或部分:

- 试验任务、目的;
- 方法、仪表及测点布置;
- 试验记录整理、数据汇总;
- 试验结果、数据汇总;
- 存在问题及分析;
- 负责与参加试验的单位、人员、试验日期。

附录 C
(标准的附录)
风机耗电测定方法

C1 范围

本测定方法适用于所有冷却塔。

C2 仪表

C2.1 三相功率表配合互感器测定实耗功率。

C2.2 按 A3.3 的相应仪表测定冷却水量。

C3 结果及计算

$$\alpha = \frac{N_e}{Q} \quad \dots\dots\dots(C1)$$

式中: α ——风机耗电比, kW·h/m³;

N_e ——实耗功率(电功率), kW;

Q ——冷却水量, m³/h。

C4 结果及评定

C4.1 对工业型塔, α 不大于 0.06 kW·h/m³。

C4.2 对 $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ 的其他类冷却塔, α 不大于 0.04 kW·h/m³。

C5 试验报告

试验报告内容包括以下各项中的全部或部分:

- a) 试验任务、目的;
- b) 方法与仪表;
- c) 试验记录整理, 数据汇总;
- d) 试验结果评定;
- e) 存在问题及分析;
- f) 负责与参加试验的单位、人员、试验日期。

附录 D
(提示的附录)
标准设计工况冷却塔的简便热力性能试验方法

D1 范围

本试验方法适用于单塔冷却水量为 1 000m³/h 以下、电动机内置的标准设计工况的机力抽风冷却塔。

D2 原理

同 A2。

D3 仪表

同 A3。

D4 条件

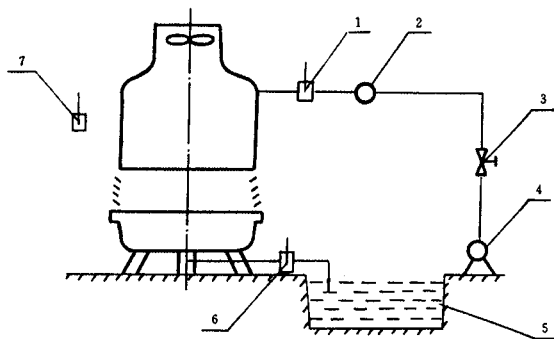
D4.1 标准设计工况下的冷却塔。

D4.2 其他条件同 A4。

D5 步骤

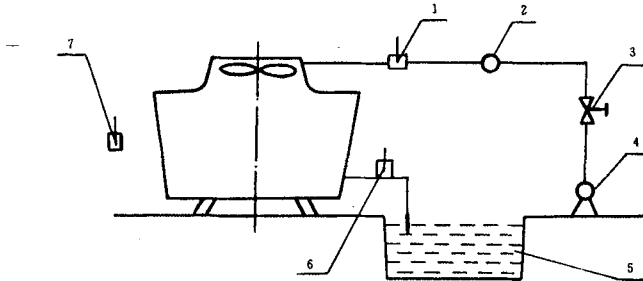
D5.1 装置

试验装置见图 D1、图 D2。



1—温度计；2—流量计；3—调节流量阀；4—泵；5—热力；6—温度计；7—干湿温度计

图 D1 逆流式试验塔



1—温度计,2—流量计,3—调节流量阀,4—泵,5—热力,6—温度计,7—干湿温度计

图 D2 横流式试验塔

D5.2 其他步骤同 A5。

D6 结果及计算

D6.1 标准设计工况冷却塔(包括低噪声塔和超低噪声塔)按附录 A 进行测试,将三次以上的试验平均值代入式 D1,先将允许变化范围的进水温度换算成设计工况的进水温度(即 37°C)的水温降。

$$\Delta t_B = \Delta t \left[1 + \frac{t_1 - \tau + 45 - \frac{\Delta t}{3}}{45(t_1 - \tau) - \frac{\Delta t^2}{3}} (t_B - t_1) \right] \quad \dots\dots\dots (D1)$$

式中: Δt_B ——标准设计工况进水温度(37°C)的水温降,°C;

Δt ——测定的水温降,°C;

t_1 ——测定的进水温度,°C;

τ ——测定的湿球温度,°C;

t_B ——设计的进水温度,37°C。

D6.2 设计湿球温度是应用气象站使用的湿式温度计所得数据的统计值。因此,如用通用式(阿斯曼)湿度计测试,所测得的湿球温度加修正值 $\Delta \tau$ 等于湿式湿度计测得的湿球温度。见图 D3。

D6.3 由水温降 Δt_B 和湿球温度 τ ,利用图 D4 换算成标准型设计工况(即 τ 为 28°C)的水温降。具体方法如图 D5 所示:在横坐标上取测得的湿球温度 τ 值与纵坐标上的水温降 Δt_B 相交于 B 点,作曲线群的平行线与横坐标上的设计湿球温度 28°C 相交于 C 点,从 C 点作水平线至纵轴,即可求出该测试塔在设计工况的水温降(Δt_A)。

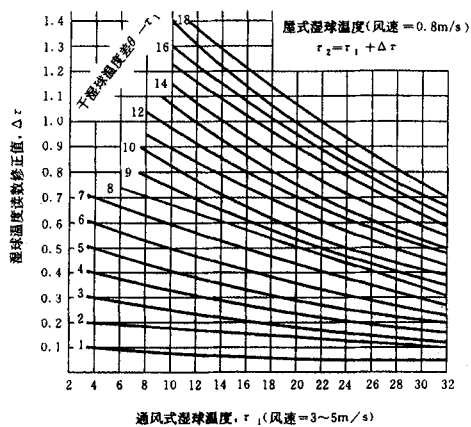


图 D3 湿球温度换算曲线表

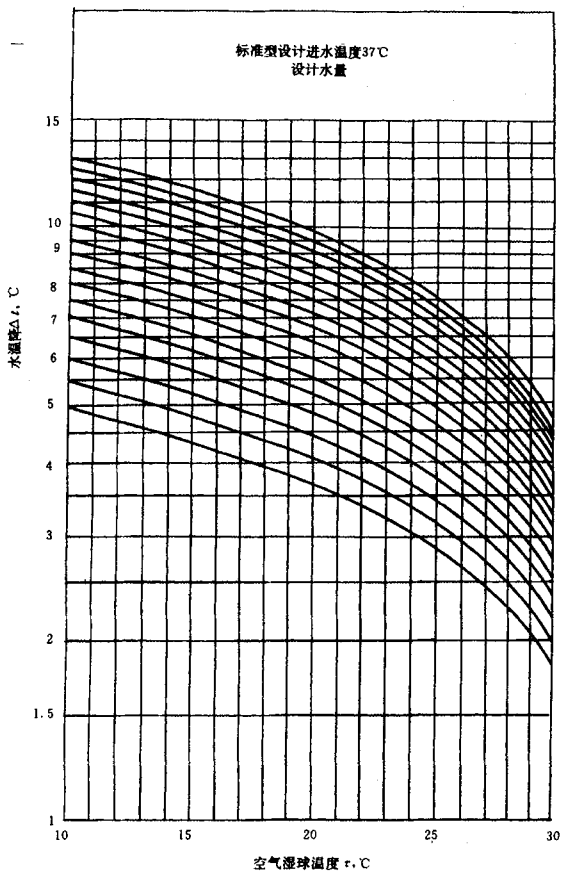


图 D4 冷却塔 $\Delta t-\tau$ 曲线图

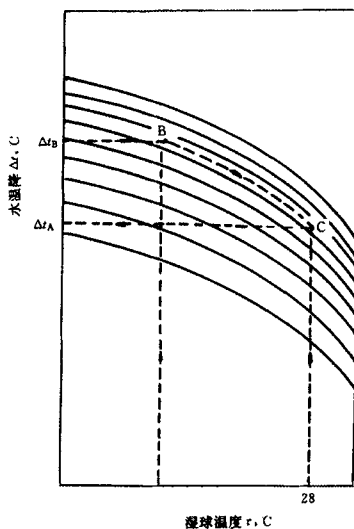


图 D5 求水温降方法图

D6.4 按式(D2)计算被测冷却塔的热力性能,比值不小于 0.90 为合格品。

$$\frac{\text{被测塔水温降}}{\text{该塔设计的水温降}} = \frac{\Delta t_A}{5} \dots\dots\dots (D2)$$

D7 试验报告

试验报告同 A7。