ICS 83.120
Q 23

# 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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

# 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：Part2：1988《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设计院。

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、胡中永。

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 $m^3/h$ 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 $m^3/h$ 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。

国家技术监督局1997-05-06批准 1997-11-01实施



需要全本请访问 www.ertongbook.com

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 kg/kg(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。

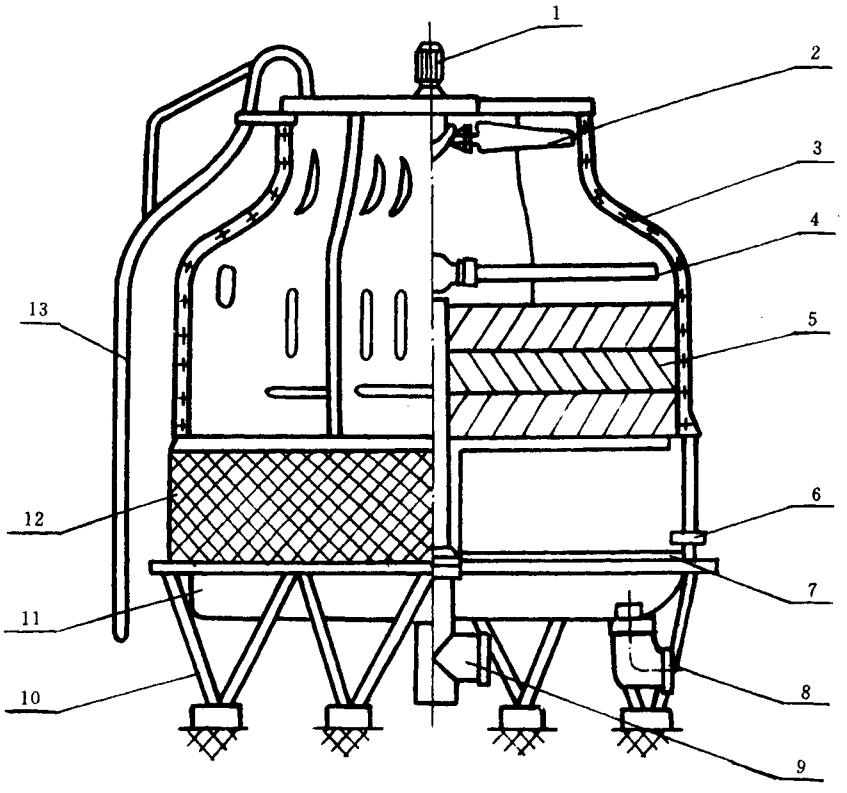
3.9 噪声的标准测点 measuring noise standard point

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

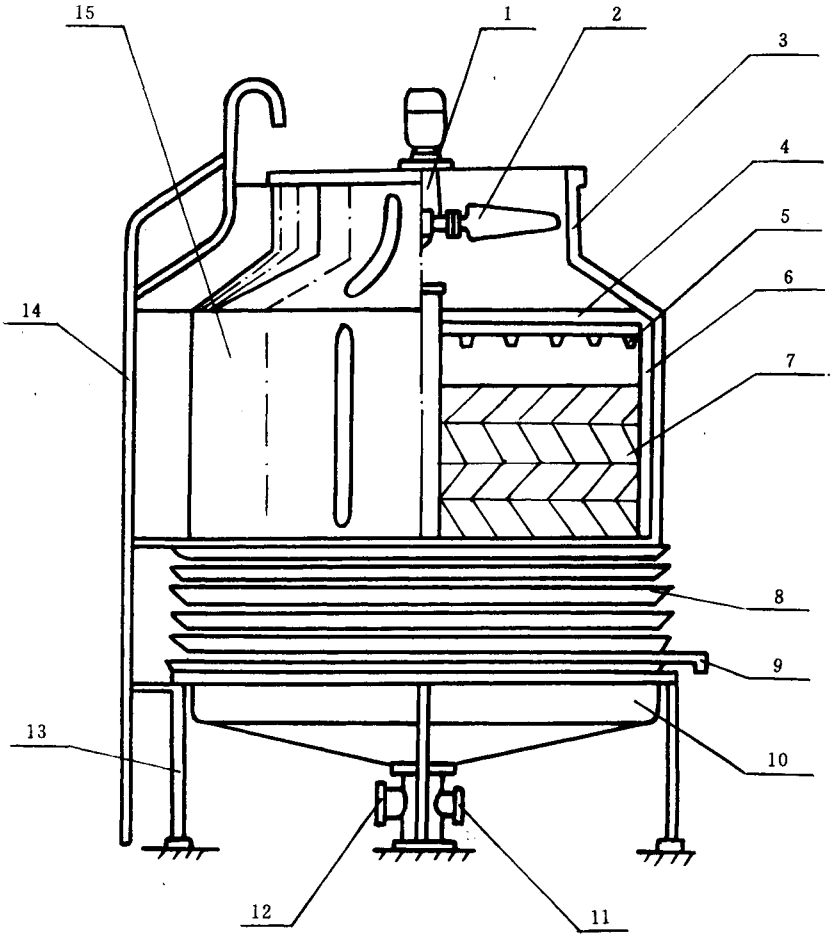
4.1 产品型式

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。



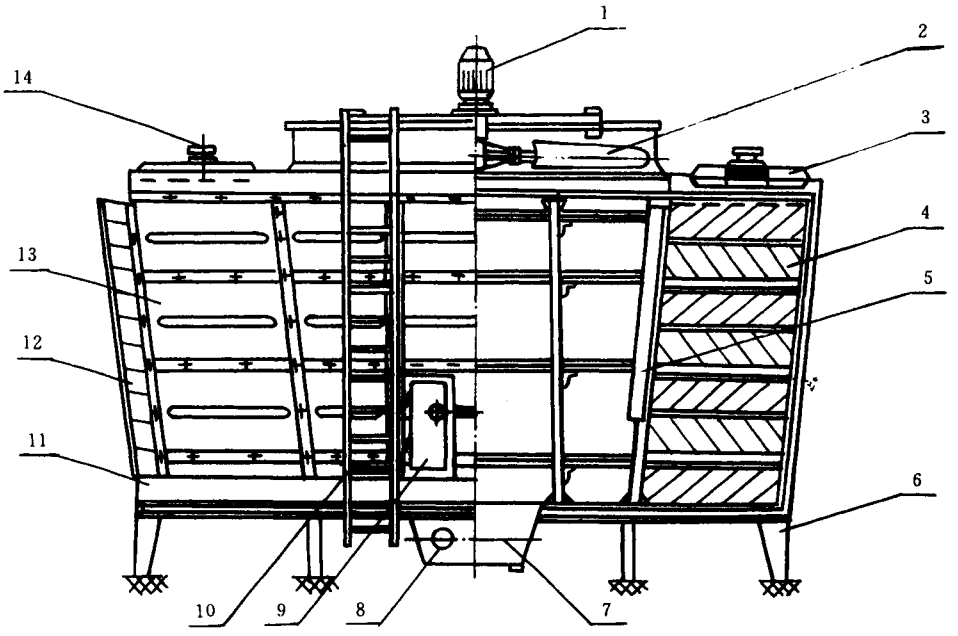

1—电动机和减速器;2—叶片;3—上塔体;4—布水器;5—填料;
6—补给水管;7—滤水网;8—出水管;9—进水管;10—支架;
11—下塔体;12—进风窗;13—梯子

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

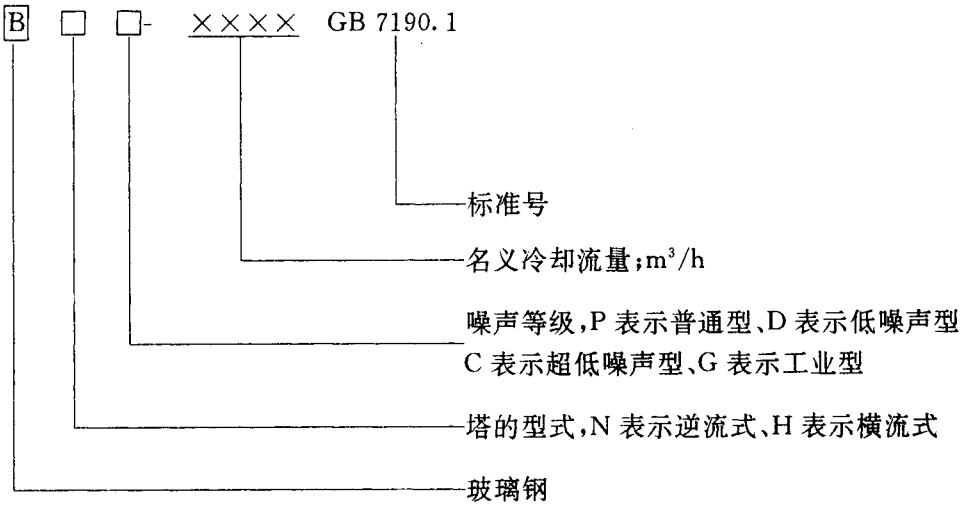



1—电动机和减速器；2—叶片；3—配水槽；4—填料；5—除水器；
6—支架；7—集水箱；8—出水管；9—门；10—梯子；
11—下塔体；12—进风窗；13—外围结构；14—进水管

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 $m^3/h$ 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 $m^3/h$ 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,℃ | 37 | | | 43 |
| 出水温度,℃ | 32 | | | 33 |
| 设计温差,℃ | 5 | | | 10 |
| 湿球温度,℃ | 28 | | | 28 |
| 干球温度,℃ | 31.5 | | | 31.5 |
| 大气压力,Pa | $9.94\times10^4$ | | | |

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($\eta_{st}$)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。



需要全本请访问 www.ertongbook.com

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 kW/(m³/h)；对其他型塔不大于0.04 kW/(m³/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 mm～5 mm的气泡在1 m² 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℃±2℃、进塔空气湿球温度为10℃～30℃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，管上开孔方向正确、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裂度进行防震计算。

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）
## 热力性能试验方法

### A1 范围

本方法适用于单塔冷却水量为 1 000m³/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 0.2℃，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℃～31℃，最好在夏季测试。
A4.3 应在环境风速小于 4 m/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%～110%。
A4.5 进塔水温应为($t_B$±2)℃($t_B$ 为设计进塔水温)。
A4.6 进塔水质总固体不超过 5 000 mg/L，含油(包括焦油)不超过 10 mg/L，不含有直径大于 5 mm 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 m～5 m 处，距地面 1.5 m。温度计应避开阳光直射，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 5～7 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 1.0×1.0 m²。

A5.3 每组测试数据的允差范围

a) 进塔空气湿球温度±1.0℃；

b) 进塔水温：±1℃；

c) 进塔水流量：±5%；

d) 水温降：±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

$$\Phi = \frac{p_\tau'' - Ap_0(\theta_1 - \tau)}{p_{\theta_1}''} \qquad \cdots\cdots(A1)$$

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

$p_{\theta_1}''$——进塔空气在干球温度 $\theta_1$ 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 $A=0.000\ 797\ 4$；通风式阿斯曼干湿球温度计为 $A=0.000\ 662$；

$p_0$——大气压力，kPa。

饱和空气的水蒸气分压在 0℃～100℃时按式(A2)计算：

$$\lg p'' = 2.005\ 717\ 3 - 3.142\ 305\left(\frac{10^3}{T} - \frac{10^3}{373.16}\right) + 8.2\lg\frac{373.16}{T} - 0.002\ 480\ 4(373.16 - T) \qquad \cdots\cdots(A2)$$

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 $\rho_1$(kg/m³)

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

式中：$p_0$ 与 $p_{\theta_1}''$同式(A1)。

A6.1.3 气水比 $\lambda$

$$\lambda = \frac{\rho_1 G}{Q} \qquad \cdots\cdots(A4)$$

式中：$G$——风量，m³/h；

$Q$——冷却水质量流量，kg/h。

A6.1.4 进塔空气焓 $i_1$(kJ/kg)

$$i_1 = 1.006\theta_1 + 0.622(2\ 500 + 1.858\theta_1)\frac{\Phi p_{\theta_1}''}{p_0 - \Phi p_{\theta_1}''} \qquad \cdots\cdots(A5)$$

式中：$\theta_1$——干球温度，℃；

$\Phi$、$p_{\theta_1}''$、$p_0$ 同式(A1)。

A6.1.5 出塔空气焓 $i_2$(kJ/kg)

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

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

$t_2$——出水温度，℃；

$\Delta t$——水温降，℃；

$C_w$——水的比热，$C_w$=4.187kJ/kg·℃。

A6.1.6 塔内空气的平均焓 $i_m$

$$i_m = \frac{i_2 + i_1}{2} \qquad \cdots\cdots(A7)$$

A6.1.7 温度为 $t$ 时饱和空气焓 $i''$(kJ/kg)

$$i'' = 1.006t + 0.622(2\,500 + 1.858t)\frac{p''_t}{p_0 - p''_t} \qquad \cdots\cdots(A8)$$

式中：$p''_t$——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

$$\Omega = \frac{k\beta_{xv}V}{Q} = \int_{t_2}^{t_1} \frac{C_w\,dt}{i'' - i} \qquad \cdots\cdots(A9)$$

式中：$\Omega$——交换数；

$\beta_{xv}$——容积散质系数，kg/(m³·h)；

$V$——淋水填料体积，m³；

$i$——空气焓，kJ/kg；

$k$——同式(A6)；

$Q$——同式(A4)；

$i''$——同式(A8)；

$t_1$——进塔水温，℃；

$t_2$——出塔水温，℃；

$C_w$——同式(A6)。

式(A9)的积分可采用辛普逊两段近似积分公式

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

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：

$$\Omega = \frac{k\beta_{xv}V}{Q} = \frac{C_w}{L}\int_0^L\int_0^H \frac{1}{i'' - i} \times \frac{\partial t}{\partial z}dz\,dx \qquad \cdots\cdots(A11)$$

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：

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

式中：$\Delta i_m$——平均焓差，kJ/kg；

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

$x$ 是 $\eta$ 和 $\zeta$ 的函数，由图(A1)中查出。

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

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

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

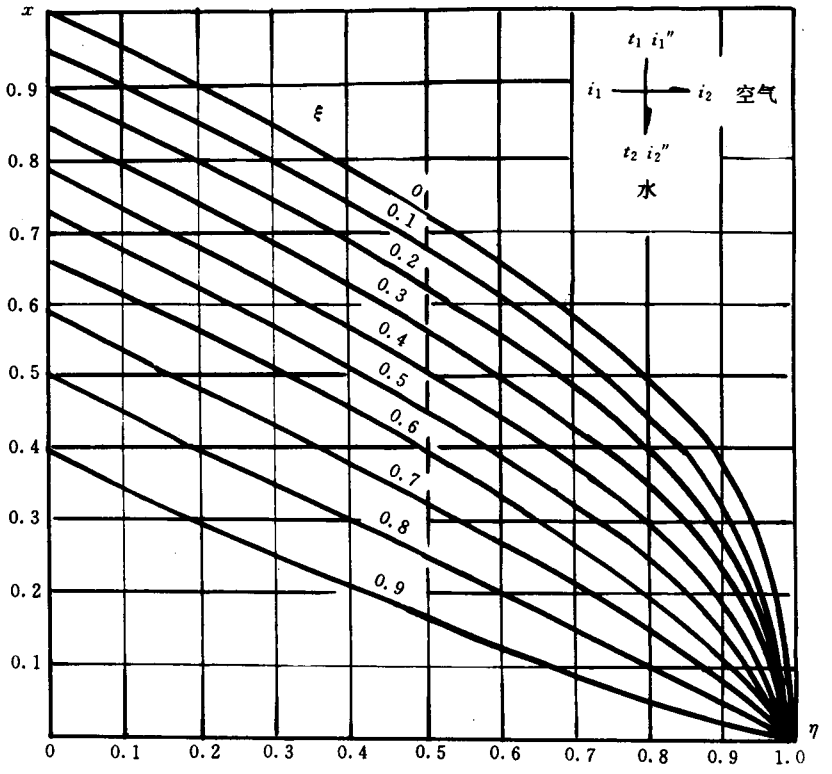



图 A1　横流塔平均焓差计算曲线图

## 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。



需要全本请访问 www.ertongbook.com