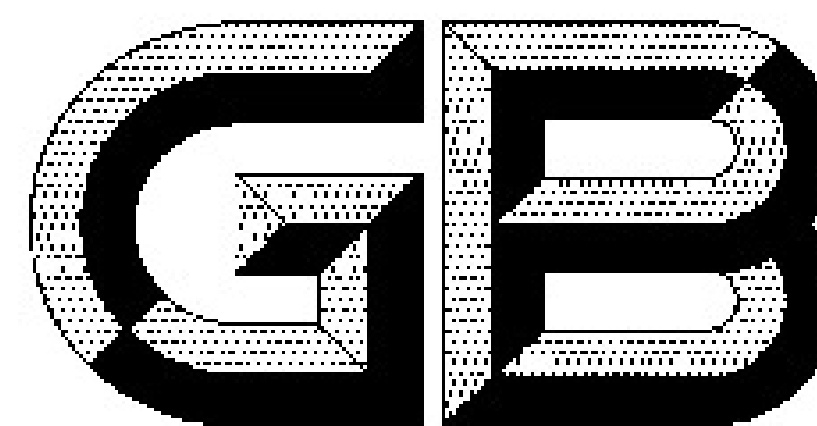




中华人民共和国国家标准

GB/T 12452—2022

代替 GB/T 12452—2008

水平衡测试通则

General principles of water balance test

2022-07-11 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 12452—2008《企业水平衡测试通则》，与 GB/T 12452—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了文件的适用范围(见第 1 章,2008 年版的第 1 章)；
- 删除了用水分类(见 2008 年版的第 4 章)；
- 更改了水平衡测试工作流程(见第 5 章,2008 年版的第 8 章)；
- 增加了水平衡测试报告书编制大纲(见附录 A)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国节水标准化技术委员会(SAC/TC 442)提出并归口。

本文件起草单位：中国标准化研究院、岷山集团有限公司、广州能源检测研究院、水利部水资源管理中心、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、深圳市水务规划设计院股份有限公司、宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司、长江勘测规划设计研究有限责任公司、浙江金华市顺泰水电建设有限公司、山东华特智慧科技有限公司、淮河工程集团有限公司、福建凤竹纺织科技股份有限公司、宁夏万泽建设工程有限公司、水利部节约用水促进中心、北京博顺源水平衡测试中心、山东省机关事务管理局、福建省晋江市奔达印染有限公司、厦门宇扬节水科技有限公司、浙江青松轻纺股份有限公司、北京国瑞智信节水科技有限公司。

本文件主要起草人：白雪、胡梦婷、何军飞、张程、白岩、吕迎智、张继群、陈秀峰、何钦雅、徐玲娥、丁志良、马方凯、陈凯、赵春红、哈岸英、王燕、蔡榕、张岚、张远东、陈太星、曹福金、李申伟、李学格、王怀冲、吴泓序、沈广生、李熙岩、樊蓉、柯文新、周立新、倪罗庚、刘磊、张国宝、杨舟琴。

本文件于 1990 年首次发布，2008 年第一次修订，本次为第二次修订。

水平衡测试通则

1 范围

本文件规定了用水单位的水平衡图示与方程式、水平衡测试程序与方法。
本文件适用于用水单位的水平衡测试,不适用于灌区。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 7119 节水型企业评价导则
- GB/T 18916(所有部分) 取水定额
- GB/T 21534 节约用水 术语
- GB 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则
- GB/T 28284 节水型社会评价指标体系和评价方法

3 术语和定义

GB/T 21534 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水平衡测试 water balance test

对用水单元或系统的水量进行系统地测量、统计和计算,根据水量平衡原理,分析查找问题并提出持续改进建议的过程。

4 水平衡图示与方程式

以箭头的方向表示某一相对独立或完整的用水系统或单元中水的输入和输出,与其化学成分和物理状态无关。水平衡基本图示见图 1,水量输入按公式(1)计算,水量输出按公式(2)计算,水平衡方程式见公式(3)。

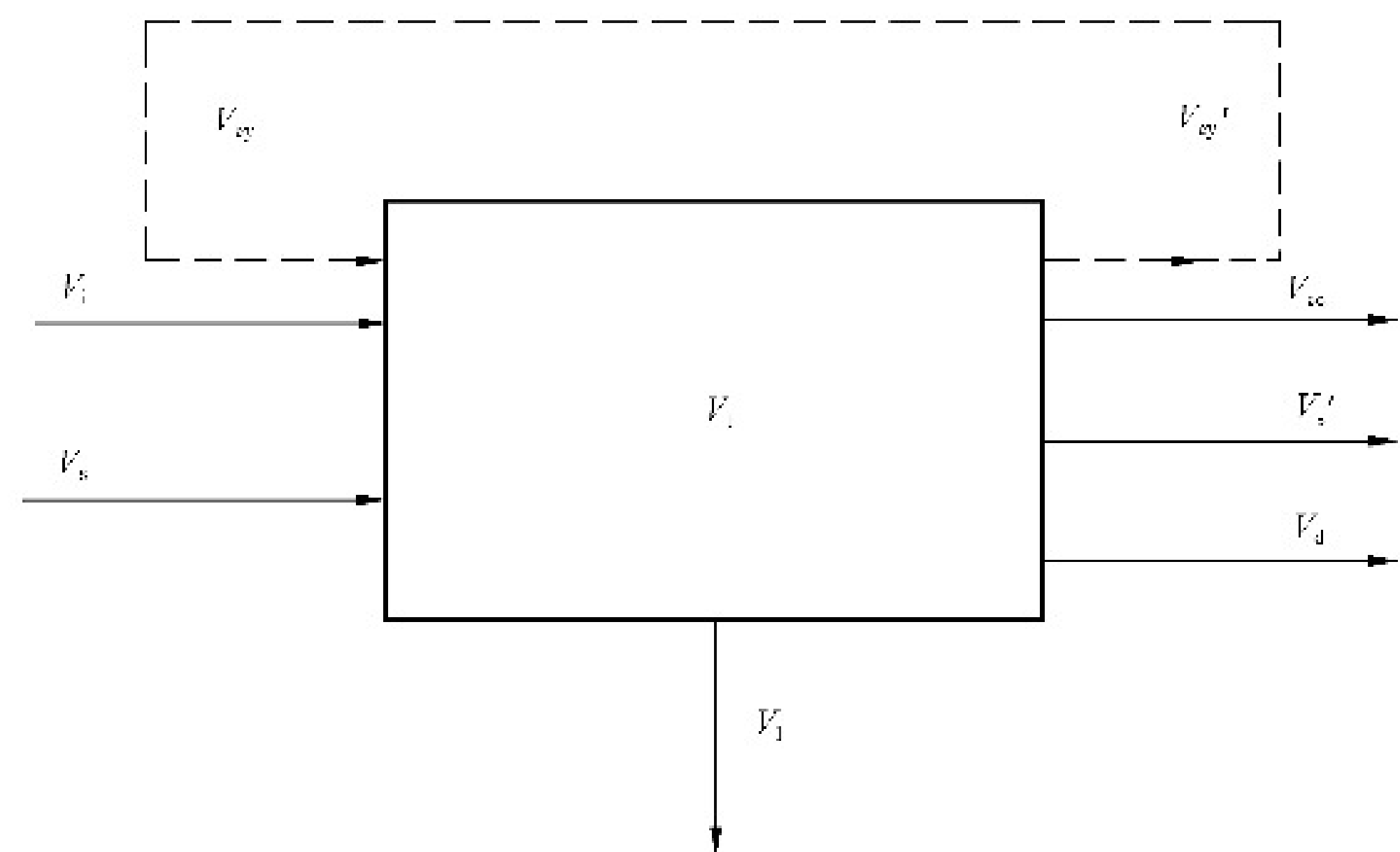


图 1 水平衡基本图示

$$V_{cy} + V_i + V_s = V_t \dots\dots\dots (1)$$
$$V_t = V'_{cy} + V_{co} + V_d + V_l + V'_s \dots\dots\dots (2)$$
$$V_{cy} + V_i + V_s = V'_{cy} + V_{co} + V_d + V_l + V'_s \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_{cy} 、 V'_{cy} ——分别为输入的循环水量和输出的循环水量，单位为立方米(m^3)；

V_i ——取水量，单位为立方米(m^3)；

V_s 、 V'_s ——分别为输入的串联水量和输出的串联水量，单位为立方米(m^3)；

V_t ——用水量，单位为立方米(m^3)；

V_{co} ——耗水量，单位为立方米(m^3)；

V_d ——排水量，单位为立方米(m^3)；

V_l ——漏损水量，单位为立方米(m^3)。

5 水平衡测试程序与方法

5.1 工作程序

用水单位水平衡测试包括四个阶段：准备阶段、实测阶段、汇总阶段和分析评价阶段，最终形成水平衡测试报告书。报告书大纲参见附录 A。

5.2 准备阶段

5.2.1 收集供水管网图、排水管网图、生产工艺流程图和用水设备清单等有关资料，查清测试系统中各用水环节、用水工艺及用水设备的基础情况。

5.2.2 收集整理以下用水技术资料：

- 水源构成及其水量、水质、水温和水压参数；
- 排水的水量、水质参数；
- 供排水管网图；
- 供水管网材质、进水水压、水质参数；

- 水计量器具配备系统图；
- 供水、用水、排水日常记录台账及相关汇总表格；
- 近年实际用水和计划用水情况；
- 近年用水节水技术改造情况；
- 近年的水平衡测试文件。

5.2.3 根据用水技术资料,整理、填写和校验用水单位取水水源情况表、用水单位年用水情况表、用水单位运营情况统计表、用水单位水计量器具统计表和用水单位水计量器具配备表等基础表格。表格示例参见附录 B。

5.2.4 调查用水单位各供水点及用水点的水计量器具配备率及水计量率,绘制水计量器具配备系统图和供排水管网图。

5.2.5 根据用水单位供排水管网图和用水工艺,绘制用水单位内用水流程图,包括用水单位(一级)、次级用水单位(二级)、主要用水设备或系统(三级)的用水流程图。

5.2.6 制定用水单位水平衡测试方案。测试方案应包括:

- 测试依据、目的、内容及方法；
- 用水单位用水基本情况；
- 水平衡系统、单元划分及测点设置；
- 测试任务分工及职责；
- 测试仪器设备清单；
- 水平衡测试及安全培训；
- 测试时间与工作安排等。

5.2.7 按照测试方案安装符合国家规定的经校验合格的计量仪表。用水单位应按 GB 24789 要求配备水计量器具。

5.2.8 提取用水单位用水技术资料,准备各种记录和统计空白表单,表单示例见附录 B。各用水单位可以根据用水的不同工艺和流程,编制符合自身用水特点的各种记录和统计表单,但记录和统计表单应能全面、真实反映用水单位的用水情况,包括但不限于:

- 用水单位取水水源情况表；
- 用水单位年用水情况表；
- 用水单位水平衡测试统计表；
- 用水单元水平衡测试表；
- 设备或工序水平衡测试表；
- 用水单位用水分析表；
- 用水单位生产或运营情况统计表；
- 用水单位水计量器具配备统计表；
- 用水单位水计量器具配备情况表；
- 用水单位水计量器具抄读记录表。

5.3 实测阶段

5.3.1 划分用水单元

根据用水特点和测试需求,把具有相对独立性的用水区域、主要用水设备或系统等,划分为若干个用水单元。

5.3.2 选取测试时段

选取运行稳定的、有代表性的时段,连续测试时间不少于 7 d,每 24 h 至少记录一次,取得不少于 8 次测试数据。

如果用水单位用水时段规律性强,可结合本单位用水特点合理确定测试水量周期和时段。

5.3.3 测试参数

5.3.3.1 需要测试和计算的水量参数有:取水量 V_i 、循环水量 $V_{cy}(V'_{cy})$ 、串联水量 $V_s(V'_s)$ 、耗水量 V_{co} 、排水量 V_d 、漏损水量 V_l 等。

5.3.3.2 用水单位主要用水点和排水点的水质测试,应根据本地区 and 用水单位具体情况确定。

5.3.3.3 应测定供水管网、循环水进出口及对水温有要求的串联水控制点的水温。

5.3.3.4 用水单位供水管网、蒸汽管网、循环水管网、用水单元端点等的压力测试,应根据用水单位具体情况确定。

5.3.4 测试方法

5.3.4.1 实测水量应当根据系统或单元用水特点,选择适宜的测定方法,如水表法、容积法、流速法、堰测法以及便携超声波流量计法等。

5.3.4.2 对于用水技术资料齐全,有稳定、可靠的水计量器具,如水表、电磁流量计、孔板流量计、涡街流量计等计量资料并记录完整的用水系统,可以通过对历史数据的统计分析得到水量数值。

5.3.4.3 对于用水定额稳定、运行可靠的用水设备,可采用设备的用水定额值和实测的运行效率值。

5.3.4.4 敞开式循环冷却水系统耗水量计算方法可以参见附录 C。

5.3.4.5 在有条件停止用水的情况下,选择适当的时间,采取全静态或分区静态测试的方式,若水计量器具有流量读数,则表明管网有漏损,测试时间不少于 30 min;在无条件停止用水的情况下,当配备相同准确度等级的水计量器具,且水计量器具配备率为 100% 时,可采用动态测试的方式,利用上下级水计量器具计量之差来分析管网漏损。

5.3.5 初级平衡及逐级平衡

5.3.5.1 每测试完一个单元,应立即对该单元各主要用水设备进行水量的初级平衡,对不平衡的设备,应及时进行补测。在测试工作全部完成后,及时进行误差分析和数据修正,并完成用水单位水量平衡。

5.3.5.2 在用水单位生产或运营稳定的情况,用水单位用水系统逐级划分为多个用水单元,选取代表性测试时段,自下而上、从局部到整体逐级进行水平衡测试。

5.4 汇总阶段

5.4.1 用水单位水平衡测试数据主要用表格统计,见 5.2.8。

5.4.2 按用水流程顺序逐项填写用水单元水平衡测试表、设备或工序水平衡测试表,并绘制相应的水平衡图,做到一表一图。

5.4.3 汇总各用水单元、设备或工序水平衡测试表,填写用水单位水平衡测试统计表,并绘制总的水平衡图。

5.5 分析评价阶段

5.5.1 根据用水单位的水平衡测试结果,按 GB/T 7119、GB/T 18916(所有部分)、GB/T 28284 等有关要求,选取并计算本用水单位内各种节水评价指标。

5.5.2 应依据用水评价指标,对用水单位用水水平、用水效率、用水工艺等进行评价,必要时结合水温、水压、水质等参数进行分析。

5.5.3 根据用水单位的水平衡测试分析结果,提出持续改进方案,包括:

- 改进并完善用水单位日常计量统计制度和方法,提高用水统计的精度;
- 分析测算相关节水改造项目的节水效益和成本;
- 与用水定额对比或与同类用水单位的用水水平比对,提出改进措施,挖掘节水潜力。

附录 A
(资料性)
水平衡测试报告书编制大纲

水平衡测试报告书编制大纲见图 A.1。

第一部分 项目概述
1.1 项目由来
1.2 目的意义
第二部分 用水单位概况
2.1 用水单位基本情况
2.2 水源情况
2.3 供排水管网
2.4 主要用水设备和工艺流程
2.5 用水计量情况
2.6 用水管理制度情况
2.7 现状用水水平
第三部分 水平衡测试
3.1 测试依据
3.2 测试方案
3.3 测试内容
3.4 测试结果
第四部分 水平衡分析评价
4.1 现状评价
4.2 节水潜力分析
4.3 持续改进方案措施建议
附件：
表 1 用水单位取水水源情况表
表 2 用水单位年用水情况表
表 3 用水单位水平衡测试统计表
表 4 用水单元水平衡测试表
表 5 设备或工序水平衡测试表
表 6 用水单位用水分析表
表 7 用水单位生产或运营情况统计表
表 8 用水单位水计量器具配备统计表
表 9 用水单位水计量器具配备情况表
表 10 用水单位水计量器具抄读记录表
图 1 用水单位供排水管网示意图
图 2 用水单位水计量器具配备网络图
图 3 用水单位各单元水平衡图
图 4 用水单位水平衡图
其他附件

图 A.1 水平衡测试报告书编写大纲

附录 B
(资料性)
水平衡测试相关表格格式

水平衡测试相关表格格式见表 B.1～表 B.13。

表 B.1 用水单位取水水源情况表

序号	水源类别	设计 m³/d	实际 m³/d	输水管道规格×数量 mm	pH 值	水温 ℃	浑浊度 NTU	硬度(以 CaCO₃ 计) mg/L	其他	主要用途	计划用水 指标 m³/a	备注
合计												
注 1：“水源类别”栏：当用水单位有多种水源时，分别按常规水源与非常规水源填报；常规水源包括：地表水、地下水、自来水、外购软化水、外购蒸汽等；非常规水源包括：海水、苦咸水、城镇污水再生水、矿井水等。 注 2：有多条输水管时，依次列出其管径。 注 3：备注栏内注明水资源费、制水成本、管道材质、铺设年限、管道规格、管道长度等。												

表 B.2 用水单位年用水情况表

年份	取水量 万 m³			直接冷却循环水量 万 m³	间接冷却循环水量 万 m³	其他循环水量 万 m³	蒸汽冷凝水回用量 万 m³	回用水量 万 m³	其他串联水量 万 m³	外排水量 万 m³	漏损水量 万 m³	耗水量 万 m³	单位产品取水量 m³/t	重复利用率 %	直接冷却水循环率 %	间接冷却水循环率 %	蒸汽冷凝水回用率 %	废水回用率 %	漏损率 %	达标排放率 %	非常规水替代率 %	其他
注 1：“取水量”栏：按本用水单位不同水源类别，分别填在空格中。 注 2：当用水中有直流冷却水量时，自行增加直流冷却水用量栏。																						

表 B.3 用水单位水平衡测试统计表(工业)

单位为立方米每天

用水分类	序号	用水单元名称	取水量							重复利用水量						其他水量		
			常规水源				非常规水源			直接冷却循环水量	间接冷却循环水量	其他循环水量	蒸汽冷凝水回用量	回用水量	其他串联水量	排水量	漏损水量	耗水量
主要生产用水																		
辅助生产用水																		
附属生产用水																		
水量合计																		
取水量计算																		
总用水量计算																		
注 1：“取水量”栏按用水单位水源类别及名称(同表 B.4)填报。 注 2：各用水单元水平衡测试表中数据的平均值列入本统计表。																		

表 B.4 用水单位水平衡测试统计表(非工业)

单位为立方米每天

序号	用水单元名称	取水量							重复利用水量						其他水量			
		常规水源				非常规水源			直接冷却循环水量	间接冷却循环水量	其他循环水量	蒸汽冷凝水回用量	回用水量	其他串联水量	排水量	漏损水量	耗水量	
水量合计																		
取水量计算																		
总用水量计算																		
注 1：“取水量”栏按用水单位水源类别及名称(同表 B.4)填报。 注 2：各用水单元水平衡测试表中数据的平均值列入本统计表。																		

表 B.5 用水单元水平衡测试表

单位为立方米每天

日期	工序或设备名称	输入水量												输出水量										
		取水量				循环水量			串联水量					循环水量			串联水量					排水量	漏损水量	耗水量
						直接冷却循环水量	间接冷却循环水量		蒸汽冷凝水回用量	回用水量														
注：取水量、循环水量以及串联水量的空格项依据各用水单元情况填写，表中填项供参照。																								

表 B.6 设备或工序水平衡测试表

设备或工序名称			型号规格			设备用水时间(常规、间歇、季节)										
安 装 地 点																
用水	类别															
	时间															
测 试 方 法																
测 试 时 间																
测试结果	次数	输入水量 m³/d					输出水量 m³/d									
		取水量	循环水量	串联水量	回用水量	合计	循环水量	串联水量	回用水量	排水量	漏损水量	耗水量	合计			
	1															
	2															
	3															
	4															
	平均															
入口水温 ℃								出口水温 ℃								
注：单台设备或单套用水系统用水量不小于 m³/h 的为主要用水设备或系统。																

表 B.7 用水单位用水分析表(工业)

用水分类		用水量 m³	占总用水量的比例 %	取水量 m³	占总取水量的比例 %	重复利用水量 m³	排水量 m³	耗水量 m³	漏损水量 m³
主要生产用水	间接循环冷却水								
	间接直流冷却水								
	洗涤用水(循环)								
	洗涤用水(直流)								
	直接冷却水								
									
辅助生产用水	直接冷却								
	间接冷却								
	洗涤用水								
									
附属生产用水	绿化								
	食堂								
	浴室								
									
用水总计									
单位产品取水量：		直接冷却水循环率：		冷凝水回用率：		漏损率：			
重复利用率：		间接冷却水循环率：		排水率：		废水回用率：		非常规水源替代率：	
非生产用水	基建								
	外供								
	消防								
	合计								

表 B.8 用水单位用水分析表(非工业)

用水分类		用水量 m ³	占总用水量的比例 %	取水量 m ³	占总取水量的比例 %	重复利用水量 m ³	排水量 m ³	耗水量 m ³	漏损水量 m ³
教学大楼									
住院大楼									
门诊部									
客房用水									
餐饮租户									
行政办公楼									
食堂									
宿舍区									
浴室									
锅炉房									
绿化									
水景									
.....									
用水总计									
单位服务取水量：		直接冷却水循环率：		冷凝水回用率：		漏损率：		中央空调冷却水补水率：	
重复利用率：		间接冷却水循环率：		排水率：		废水回用率：		非常规水源替代率：	
非运营用水	基建								
	外供								
	消防								
	合计								

表 B.9 工业企业生产情况统计表

序号	产品名称	原材料/工艺路线	产能 t/d	实际产量 t/d	取水量 m ³	单位产品取水量 m ³ /t

表 B.10 非工业单位运营情况统计表

序号	服务类别	服务设施的数量	服务对象的数量 人	建筑面积 m ²	取水量 m ³	人均取水量 m ³ /人	单位建筑面积用水量 m ³ /(m ² ·a)

16

16

表 B.13 用水单位水计量器具抄读记录表

水表 编号	所在 地点	口径 mm	月 日	月 日		月 日		月 日		月 日		月 日		月 日		月 日		合计 水量 m ³	日均 水量 m ³ /d	备注
			起始 读数	水表 读数	用水量 m ³	水表 读数	用水量 m ³	水表 读数	用水量 m ³	水表 读数	用水量 m ³	水表 读数	用水量 m ³	水表 读数	用水量 m ³	水表 读数	用水量 m ³			
水量合计																				

附录 C

(资料性)

敞开式循环冷却水系统耗水量的计算方法

C.1 敞开式循环冷却水系统耗水量

敞开式循环冷却水系统耗水量,可用公式(C.1)计算:

$$V_{\text{冷却}} = F + G \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- $V_{\text{冷却}}$ —— 敞开式循环冷却水系统耗水量,单位为立方米每小时(m^3/h);
- F —— 吹散水量,单位为立方米每小时(m^3/h);
- G —— 蒸发损失水量,单位为立方米每小时(m^3/h)。

C.2 敞开式循环冷却水系统的吹散水量

敞开式循环冷却水系统的吹散水量不易测量时,可用公式(C.2)估算:

$$F = R \times K \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- F —— 吹散水量,单位为立方米每小时(m^3/h);
- R —— 循环冷却水量,单位为立方米每小时(m^3/h);
- K —— 吹散损失系数(K 的选取参见表 C.1)。

表 C.1 吹散损失系数 K

冷却构筑物 类型	机械通风式冷却塔 (有收水器)	风筒式(双曲线)冷却塔	
		有收水器	无收水器
K	0.2%~0.3%	0.1%	0.3%~0.5%
注:其他类型冷却塔的吹散损失系数参阅相关标准规定。			

C.3 敞开式循环冷却水系统的蒸发水量

敞开式循环冷却水系统的蒸发水量可用公式(C.3)计算:

$$G = R \times S \times \Delta t \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

- G —— 蒸发损失水量,单位为立方米每小时(m^3/h);
- R —— 循环冷却水量,单位为立方米每小时(m^3/h);
- S —— 蒸发损失系数(S 的选取参见表 C.2),单位为每摄氏度($^{\circ}\text{C}^{-1}$);
- Δt —— 冷却水进出水温度差,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

表 C.2 蒸发损失系数 S

气温 ℃	−10	0	10	20	30	40
S ℃ ^{−1}	0.000 8	0.001	0.001 2	0.001 4	0.001 5	0.001 6
