

SHUIPINGHENG CESHU FANGFA
JI BAOGAOSHU MOSHI

水平衡测试方法 及报告书模式

崔玉川 编著



化学工业出版社

SHUIPINGHENG CESHI FANGFA
JI BAOGAOSHU MOSHI

水平衡测试方法 及报告书模式

崔玉川 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书详述了城镇用水部门的类别, 工业企业和非工业企业水平衡测试的目的、意义、测试要点、测试方法以及报告书的内容组成和编写注意事项等, 列出了水平衡测试报告书的编写参考模式。

本书内容新颖详实, 层次分明, 表述规范, 实用性好, 可操作性强, 可供用水企业(单位)的管水科室和城镇节水行政管理部门的工作人员以及专业水平衡测试部门的技术人员使用参考, 也可作为高等学校相关专业师生的参考书, 以及相关培训的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

水平衡测试方法及报告书模式/崔玉川编著. —北京:
化学工业出版社, 2016. 8
ISBN 978-7-122-27344-4

I. ①水… II. ①崔… III. ①水量平衡-测试技术
IV. ①TU991. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 131986 号

责任编辑: 董琳
责任校对: 王素芹

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
710mm×1000mm 1/16 印张 8½ 字数 151 千字 2016 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

前 言

我国是水资源较缺乏的国家，为使社会经济持续发展，开展节约用水势在必行。水平衡测试是合理用水、科学节水的一项基础性综合技术，其报告书是该项工作全面系统的文字总结性表述。

进行水平衡测试的方法及报告书的内容层次均较为复杂烦琐，系统交叉多，局部和整体的制约性强。鉴于目前我国从事该项工作的专业技术组织和人员较少，对这项综合性技术工作较熟知者也为数不多，同时近些年来，这方面的适用性专著新作也较稀缺鲜见。因此，编写一部内容简要、层次分明、系统科学、图表规范、实用性好、可操作性强的有关专业技术应用性书籍是较为必要的。尤其是对于那些量大面广的非工业企业来说，更需要有一个能符合其特点的水平衡测试的表述，以方便使用。这本《水平衡测试方法及报告书模式》就是在上述思想背景下产生的一种粗浅尝试，也是这些年来我们的实践体会和研究成果的简要总结。

在本书编著时，我们尽力与国家颁布的《企业水平衡测试通则》（GB/T 12452—2008）的内容、要求、提法和表述方式等方面相一致，剔除了一些以往的不合适的词语及内容要求。

本书对企业水平衡测试的要点（测试系统与级别、测试方式、测试周期与时段、水计量的要求、获取水量数据的方法、水平衡图等）、方法（测试原则、工作程序、方案制定、测点测法、结果评估、改进措施等）和报告书的内容组成及编写注意事项等，进行了深入简要的阐述，还提出了“非工业企业”的新概念，对其含义界定、用水特点、测试系统的级别划分，以及报告书的表述形式等方面，进行了诠释说明。同时，在最后一章还具体列出了“工业企业”和“非工业企业”这两类用水单位的水平衡测试报告书的编制模式，以供读者借鉴参考。

在水平衡测试报告书模式的研编过程中，孔繁荣、谷太华、张敏、关鸿滨和

杨天忠等同志给予了充分的支持和协助，此后又在王晨光同志的参与下，使之成为山西省的地方标准发布。另外，李辰旻同志进行了全书的打印和绘图等工作。对于上述各位的劳动付出和诚恳帮助，在此表示深深的谢意！

由于本人的水平所限，书中的疏漏和不当之处，敬请专家学者和广大读者指教！

编著者
2016年4月

目 录

第 1 章 用水部门类别和水平衡测试意义 / 001

1.1 用水部门的类别	001
1.1.1 我国产业的划分	001
1.1.2 城镇用水部门的分类	002
1.1.3 非工业企业用水单位的范围界定	002
1.1.4 非工业企业用水单位的水系统特点	003
1.2 水平衡测试的意义和目的	003
1.2.1 水平衡测试的意义	003
1.2.2 水平衡测试的目的	005

第 2 章 水平衡测试的要点 / 006

2.1 企业用水分类	006
2.2 水量参数及其关系	007
2.2.1 实测水量参数	007
2.2.2 各实测水量间的关系	007
2.2.3 水量及其他参数的计算公式	009
2.3 水平衡测试的范围和系统级别	011
2.3.1 测试范围	011
2.3.2 系统与级别	011
2.4 水平衡测试的方式	014
2.4.1 一次平衡测试	015
2.4.2 逐级平衡测试	015
2.4.3 综合平衡测试	015
2.5 水平衡测试的周期和时段	016

2.5.1	测试周期和时段的含义	016
2.5.2	影响测试周期和时段的因素	016
2.6	水平衡测试对水计量设施的要求	017
2.6.1	系统计量的范围	017
2.6.2	系统计量的要求	017
2.7	水量测定的方法	018
2.7.1	仪表计量法	019
2.7.2	堰测法	020
2.7.3	容积法	021
2.7.4	其他方法	021
2.8	特殊水量的测试	021
2.8.1	漏失水量	021
2.8.2	耗水量	022
2.8.3	冷却循环系统排污水量	024
2.8.4	冷却循环系统耗水量	024
2.8.5	锅炉排污水量	024
2.9	水平衡测试的测点及测法确定	024
2.10	水平衡测试获得水量数值的方法	025
2.10.1	实测法	025
2.10.2	统计分析法	025
2.10.3	用水定额法	025
2.10.4	计算法	025

第3章 水平衡测试的方法 / 026

3.1	企业水平衡测试的原则	026
3.2	企业水平衡测试的工作程序	026
3.2.1	建立专门机构	027
3.2.2	进行测试准备	027
3.2.3	制定测试方案	028
3.2.4	确定测试内容	028
3.2.5	安装测试仪表装置	028
3.2.6	检测漏失水量	028

3.2.7	进行实测	028
3.2.8	测试结果分析评估	029
3.2.9	制定改进措施	029
3.2.10	编制水平衡测试报告书	029
3.3	企业水平衡测试方案的制订	030
3.3.1	水平衡测试方式选择	030
3.3.2	用水单元系统级别划分和测点选择	031
3.3.3	测试周期和时段选择	031
3.3.4	用水单元的水平衡测试	031
3.4	水平衡测试的内容	032
3.4.1	测试参数	032
3.4.2	用水设备水量参数测定	032
3.5	测试结果分析评估	032
3.5.1	水平衡计算要求	032
3.5.2	用水考核指标计算	033
3.5.3	进行测试评估	033
3.6	制定改进措施	033
3.6.1	用水计量与统计	033
3.6.2	节水项目	033
3.6.3	节水潜力	034
3.6.4	用水技术档案	034
3.6.5	整改措施	034

第 4 章 水平衡测试报告书模式 / 035

4.1	工业企业水平衡测试报告书模式	035
4.1.1	工业企业水平衡测试的特点	035
4.1.2	报告书的内容组成	035
4.2	非工业企业水平衡测试报告书模式	081
4.2.1	非工业企业水平衡测试的特点	081
4.2.2	报告书的内容组成	081

第 1 章

用水部门类别和水平衡 测试意义

1.1 用水部门的类别

1.1.1 我国产业的划分

国家为统一产业经济研究的统计和分析，科学地制定产业政策，对国民经济进行宏观管理，根据国际经济合作与发展组织（OECD）提出的以经济活动与自然界的的关系为标准，将全部经济活动的产业划分为三大类。

（1）第一产业

即直接从自然界获取产品的物质生产部门，指广义的农业，包括种植业、畜牧业、渔业、狩猎业和林业等。

（2）第二产业

即加工取自自然界物质的生产部门，指广义上的工业和建筑业。其中工业包括制造业、采掘业和矿业，以及煤气、电力、自来水、蒸汽、热水供应业。

（3）第三产业

即从第一、第二产业的物质生产活动中所衍生出来的物质部门。第三产业泛指第一、第二产业以外的其他各业。

根据我国的实际情况，第三产业又可分为两大部分：一是流通部门；二是服务部门。具体又可分为四个层次。

第一层次为流通部门，包括交通运输业、邮电通讯业、商业饮食业、物资供销和仓储业。

第二层次为生产和生活服务部门，包括金融与保险业、地质普查业、房地产

业、公用事业、居民服务业、旅游业、咨询信息服务业和各类技术服务业。

第三层次是为提高科学文化水平和居民素质服务的部门，包括教育、文化、广播电视事业、科学研究事业、卫生、体育和社会福利事业等。

第四层次是为社会公共需要服务的部门，包括国家机关、党政机关、社会团体以及军队警察等。

我国主要采用第一～第三层次计算第三产业的产值和国民生产总值，但在同西方国家进行国际对比时，采用上述四个层次计算第三产业的产值和国民生产总值。

1.1.2 城镇用水部门的分类

城镇用水项目，包括综合生活用水（居民生活用水和公共建筑用水）、工业企业用水、浇洒道路和绿地用水、消防用水等。但从用水部门上看，除了居民区之外，城镇用水部门主要是其第二产业和第三产业的各用水部门。

另外，从用水节水管理上宏观考虑，可把第二产业看成工业企业，把第三产业看成工业企业以外的概括为非工业企业。

因此，城镇用水部门可分为工业企业和非工业企业（含居民区）两大类用水部门。

1.1.3 非工业企业用水单位的范围界定

所谓非工业企业用水单位，即泛指工业、建筑业和农业以外的属于流通业和服务业的所有大型用水单位或部门，参见表 1-1。它们一般多是不生产器械、材料和能源等物质产品的大型商业性和非商业性的用水单位或部门。

表 1-1 非工业企业用水单位类别及代码

代码	类别名称	代码	类别名称
F	交通运输、仓储和邮政业	N	水利、环境和公共设施管理业
G	信息传输、计算机服务和软件业	O	居民服务和其他服务业
H	批发和零售业	P	教育
I	住宿和餐饮业	Q	卫生、社会保障和社会福利业
J	金融业	R	文化、体育和娱乐业
K	房地产业	S	公共管理和社会组织
L	租赁和商务服务业	T	国际组织
M	科学研究、技术服务和地质勘查业		

注：本表依据 GB/T 4754 编制。

(1) 商业类者

如：饭店酒店、旅社宾馆、夜总会、歌城舞厅、洗浴场馆、游泳场馆、商贸大厦、商场超市、物流仓储、金融保险、邮电通讯、传媒广电、车站机场、港口码头、公交汽运、体育场馆、娱乐场馆等单位。

(2) 非商业类者

如：机关大院、科研院所、设计院所、医卫院所、大专院校、职高技校、中小学校、幼儿园所、老人院所、军警营房、居住小区等部门。

1.1.4 非工业企业用水单位的水系统特点

非工业企业用水单位在用水来源、用水对象、用水水质、用水方式和用水管理等方面均较为单一，与工业企业的情况明显不同，其特点如下。

① 供水水源和水质，多为城镇公共供水。

② 水网系统，除了庭院区内的给水和排水系统外，建筑中水处理回用和雨水收集利用系统，正在某些大楼和小区逐渐普及。

③ 污废水排放，除了有毒有害的医院污水和特殊实验室废水适当处理后排放外，其他多为一次使用后直接排入下水管道排放。

④ 用水类别，包括餐饮烹饪、桑拿洗浴、纯水制备、食堂厨房、澡堂浴室、锅炉茶炉、洗漱擦洗、冲洗厕所、墩布洗地、洗衣机房、船车上水、车辆冲洗、绿化洒路、水景花坛、游泳水池、空调加湿、冷却装置和消防灭火等。

⑤ 用水系统分区，一般可分为工作办公区和居住生活区两大部分。多以楼宇建筑物或楼层工作区为单位用水。

1.2 水平衡测试的意义和目的

1.2.1 水平衡测试的意义

(1) 水平衡原理

用水的质量标准，主要由四个方面来标定或考核，即水量、水质、水温和水压。企业用水在运行时，一般是对上述四个方面的运行指标参数进行检测、调正和控制，以使之符合用水标准规定的要求。

“水平衡”系指“水量”平衡而言，水平衡是研究用水体系在用水过程中，水的供入、消耗、漏失、排放等环节在量上的平衡关系。因此，任一用水范围的水平衡，是指任一确定的用水系统（或单元）的输入量应恒等于其输出量。而企

业的水平衡则是以企业为考核对象的水量平衡，亦即该企业各用水系统的输入水量之和应等于其输出水量之和，即 $\sum Q_{入} = \sum Q_{出}$ 。图 1-1 为水平衡模型基本图式。

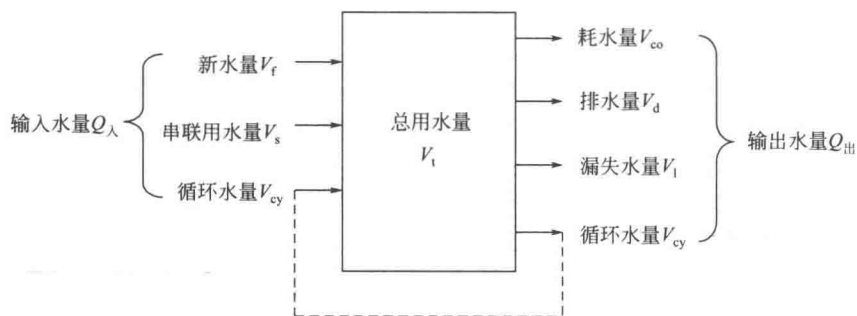


图 1-1 水平衡模型基本图式

从上述关系式即可得出一个可指出节水途径以及节水与减少排污的内在联系的水平衡关系式：

$$V_i = V_{co} + V_d + V_l - V_cy$$

应强调的是，对于任何一个考核指标或指标体系来说，都是相对于某一用水系统而言的，即它必须有一个确定的空间范围和时间范围，或者说它应有确定的用水系统边界，而且是在一定的测试时段之内，这样条件下各种水量的输入值和输出值才应保持平衡。

(2) 水平衡测试

水平衡测试是对用水单元和用水系统的各种水量，进行系统的测试、统计、分析，得出其水量平衡关系的过程。

企业水平衡测试是以企业为考核对象，通过全面系统地对其各用水系统进行实际水量测定，记录其各种用水参数的水量数值，根据平衡关系分析其用水的合理程度。亦即在规定的时段内，测定各种运行水量，计算其所占份额，用统计表和平衡图标出用水单元系统各水量之间的平衡关系，并据此分析用水的合理性，制定科学用水方案。所以，水平衡测试是对企业用水过程中，各种水量数值及相互关系的科学写实，目的是求得用水科学合理，使用水能达到更高的利用效果，获得最大的使用效益。

(3) 三维水平衡测试

所谓三维水平衡测试是指在生产用水过程中，水在数量、温度和质量三方面的平衡协调关系，其平衡的实质就是相辅相成、互相搭配利用，满足生产工艺的要求，在水量、水温、水质上做到供需平衡，即水在利用中三方面都能处于平衡

状态，使利用效果达到最佳的状态，节水效果也处于最好。

三维水平衡也是在量（水量）的基础上，研究各个生产环节中的水质、水温的变化，并且研究在生产（用水）过程中如何使水的纳污能力与载热能力提高，从而有效地提高水的利用功能。同时，还着重研究并重点指出，使水质下降、水温升高的水如何恢复如初，循环再用，进一步提高水的利用效率，此即三维水平衡的重要意义。

“三维水平衡测试技术”是我国有关专家提出的一个崭新概念和前沿课题，已有专著出版。但目前尚处在试验研究阶段，以待进一步完善和开发应用。

1.2.2 水平衡测试的目的

水平衡测试是评价合理用水水平的科学办法，也是加强用水科学管理和搞好节水工作的必要手段。因为通过水平衡测试，可以达到以下几方面的预期目的。

- ① 掌握用水和管水的现状，求得实测数据各水量间的平衡关系。
- ② 进行用水合理性分析，了解用水节水水平，找出存在的问题，明确节水潜力。
- ③ 完善技术与管理的科学体系措施，制定合理的用水方案。
- ④ 建立用水档案，健全用水计量装置，提高用水管理人员的业务素质。
- ⑤ 为制定产品用水定额积累基础数据，为用水节水考评预备原始资料。

总之，通过水平衡测试，可以摸清用水现状，了解用水的水平，找出存在的问题，挖掘节水潜力，从而采取相应措施，达到合理用水的目的，以提高用水单位的综合效益。

第 2 章

水平衡测试的要点

水平衡测试工作主要由下列四部分内容组成，即测试前的准备工作（人员机构，器材设备，记录图表，测试方案，人员培训，有关法规标准和参考资料，水系统管网图等）、测试实测工作（测总漏失率，按测试系统级别、测试时段和周期由下而上按层次进行）、测试数据资料的汇总整理工作和测试报告书编写工作。

2.1 企业用水分类

企业用水的分类方法有两种，即按生产系统划分和按用水性质划分，参见表 2-1。由该表还可看出二者的相互关系，以及各类用水所包括的用水部门。

表 2-1 企业用水分类

按生产系统分类	按用水性质分类
(1)主要生产用水： 主要装置、设备、工序、生产线等	(1)冷却用水： 间接直流冷却水 间接循环冷却水
(2)辅助生产用水： 动力、仪表、机修、电修、贮运、锅炉、水汽车间、鼓风机站、污水处理站、检验化验、水质软化站、氧气站、空压机站、循环水站等	(2)工艺用水： 产品、洗涤、直冷、冲灰、除尘、加湿、熄焦等用水 (3)产汽锅炉用水
(3)附属生产用水： 厂办公楼、科技楼、厂内食堂、浴室、茶炉、洗手间、汽车队、医务保健站、绿化、冲洗等	(1)生活用水； (2)绿化用水； (3)其他用水

根据国家的规定,工业企业应按生产系统划分其用水类型,应分为主要生产、辅助生产和附属生产三部分用水。而对非工业企业一般按用水性质划分用水类别,常概括为工作区和生活区两部分用水。

2.2 水量参数及其关系

2.2.1 实测水量参数

实测水量参数指水平衡测试中需实际测量的各类水量参数,主要包括总用水量、新水量、耗水量、漏失水量、排水量、循环用水量、串联用水量、重复利用水量(见表2-2)。用水量参数的确定是水平衡测试的关键环节。

表 2-2 实测水量参数

序号	名称	符号	含义
1	总用水量	V_t	指新水量与重复利用水量之和。重复利用水量应符合 GB 7191 中 2.1 有关规定
2	新水量	V_i	指取自任何水源(取海水者应注明)被第一次利用的水量
3	耗水量	V_{co}	指在确定的系统内,生产过程中进入产品、蒸发、飞溅、携带及生活饮用等所消耗的水量
4	漏失水量	V_l	指在确定的系统内,设备、管网、阀门、水箱、水池等用水与储水设施漏失或溢出的水量
5	排水量	V_d	指在确定的系统内,排出系统外的水量
6	循环用水量	V_{cy}	指在确定的系统内,生产过程中已用过的水,无需处理或经过处理再用于系统代替新水的水量
7	串联用水量	V_s	指在确定的系统内,生产过程中的排水不经处理或经处理后,被另一个系统利用的水量
8	重复利用水量	V_r	指在确定的系统内,循环用水量与串联用水量之和

2.2.2 各实测水量间的关系

各种水量之间的关系,可以用水平衡图(见图2-1)及平衡方程式表示。

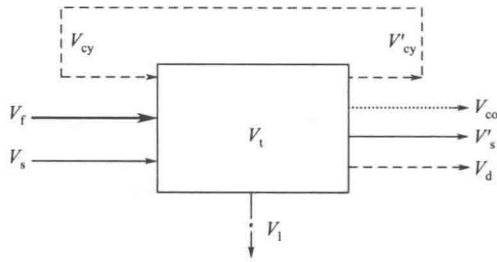


图 2-1 水平衡基本图示

由图 2-1 所示的关系，即可得出水量平衡的方程式为

$$V_{cy} + V_f + V_s = V_{cy}' + V_{co} + V_d + V_1$$

另外，各水量之间的数量关系，还可以用表 2-3 的形式表示。

在该表中，取水量 = 新水量，复用水量 = 串联水量 + 循环水量。表中未列入“漏失水量”，因为它是未经使用即漏失掉的水量，故在用水量中不应包括这部分水量。

表 2-3 的使用举例如下。

① 表中横向关系：总用水量 = 间接冷却用水量 + 工艺用水量 + 锅炉用水量 + 生活用水量。

② 表中纵向关系：总用水量 = 总取水量 + 总复用水量 = 总复用水量 + 总排水量 + 总消耗水量。

表 2-3 各种水量之间的关系

总用水量		间接冷却用水量		工艺用水量		锅炉用水量		生活用水量
用水量	=	用水量	+	用水量	+	用水量	+	用水量
∥		∥		∥		∥		∥
取水量	=	取水量	+	取水量	+	取水量	+	取水量
+		+		+		+		+
复用量	=	复用量	+	复用量	+	复用量	+	复用量
复用量	=	复用量	+	复用量	+	复用量	+	复用量
+		+		+		+		+
排水量	=	排水量	+	排水量	+	排水量	+	排水量
+		+		+		+		+
消耗量	=	消耗量	+	消耗量	+	消耗量	+	消耗量
∥		∥		∥		∥		∥
用水量	=	用水量	+	用水量	+	用水量	+	用水量

2.2.3 水量及其他参数的计算公式

水平衡测试常用水量参数等主要计算公式，见表 2-4。

表 2-4 水量参数等主要计算公式

序号	公式名称符号、单位	公式形式	式中符号意义	备注
1	用水量 V_t/m^3	$V_t = V_f + V_r$ $= V_f + V_s + V_{cy}$	V_f ——新水量, m^3 ; V_r ——重复利用水量, m^3 ; V_s ——串联水量, m^3 ; V_{cy} ——循环水量, m^3	
2	重复利用水量 V_r/m^3	$V_r = V_t - V_f$ $= V_s + V_{cy}$	同前	
3	新水量 V_f/m^3	$V_f = V_t - V_r$ $= V_{co} + V_d + V_l$	V_{co} ——耗水量, m^3 ; V_d ——排水量, m^3 ; V_l ——漏失水量, m^3	
4	排水量 V_d/m^3	$V_d = V_f - V_{co} - V_l$	同前	
5	单位产品取水量 $V_{ui}/(m^3/\text{单位产品})$	$V_{ui} = \frac{V_i}{Q}$	V_i ——生产取水量, m^3 ; Q ——产品产量	V_i 、 Q 指在一定的计量时间内, 企业的取水量和产品量
6	单位产品新水量 $V_{uf}/(m^3/\text{单位产品})$	$V_{uf} = \frac{V_f}{Q}$	同前	
7	万元产值新水量 $V_{wfv}/(m^3/\text{万元})$	$V_{wfv} = \frac{V_f}{Z}$	Z ——产品产值, 万元	
8	万元工业增加值取水量 $V_{vni}/(m^3/\text{万元})$	$V_{vni} = \frac{V_i}{V_A}$	V_i ——生产取水量, m^3 ; V_A ——工业增加值, 万元	
9	重复利用率 $R/\%$	$R = \frac{V_r}{V_i + V_r} \times 100$	同前	