

城市供水行业等级工培训教材



应启明 刘德荣 编
宋仁元 沈大年 张亚杰 主审

水表装修工

中国建筑工业出版社

城市供水行业等级工培训教材

水表装修工

应启明 刘德荣 编
宋仁元 沈大年 张亚杰 主审

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本书以建设部颁发的《城市供水行业工人技术等级标准》中、高级工应知应会的要求为依据,注重实际操作经验的总结和实用理论知识的传授,全面介绍了水表的形式和分类,水表的基础理论,螺翼式水表、旋翼式水表及其它水表的设计计算、性能测试、检定、维修与安装。本书是中、高级水表装修工的专用培训教材,也可作为水表专业技术人员的自学参考。

城市供水行业等级工培训教材

水表装修工

应启明、刘德荣 编

宋仁元、沈大年、张亚杰 主审

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市顺义县燕华印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 7¹/₈ 字数: 171千字

1995年5月第一版 1995年5月第一次印刷

印数: 1—4,100册 定价: 6.00元

ISBN 7-112-02453-6

G·225 (7511)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

本社地址 (邮政编码 100037)

前 言

“城市供水行业等级工培训教材”一套共7册,分别是:《净水工》、《水表装修工》、《水道运行工》、《供水设备维修电工》、《供水管道工》、《水质检验工》和《变配电运行工》。

随着供水事业的发展、城市居住条件和农村饮水卫生的不断改善,以及淡水资源的紧缺,水表装用数量越来越多。因此,合理选用水表,提高水表质量,保证水表计量的准确性,不仅直接关系到供水企业的经济效益,而且还影响到工矿企业的节约用水和人民群众的合理负担。

遵照建设部教育司的指示和中国城镇供水协会科学技术委员会的委托,根据建设部CJJ23—89《城市供水行业工人技术等级标准》中的中、高级水表装修工的“应知”“应会”主要内容,编写了这本《水表装修工》。

本教材编写的指导思想是:力求理论联系生产实际,突出重点,讲究实用。编写时尽量使文字通俗易懂,内容深入浅出,并配有较多的图例,既照顾到理论知识的系统性,又考虑到实用性,避免过多过深的理论叙述。本教材适用于中、高级水表装修工的培训和水表专业技术人员的自学用书,也可作为中等技术学校有关专业的教材。本教材第一、二、四、五、六、九、十章由应启明编写,第三、七、八章由刘德荣编写。

本教材编写过程中,得到了中国城镇供水协会科学技术

术委员会主任宋仁元教授级高级工程师、副主任沈大年教授级高级工程师及上海市自来水公司张亚杰教授级高级工程师等的热情指导和帮助，并在百忙之中亲自予以审定，在此，表示衷心的感谢。

同时，对在本教材编写时，给予大力支持和热情帮助的全中国水表工业协会理事长王昌第高级工程师、全国水表工业协会顾问费学成高级工程师以及浙江省计量测试技术研究所张泰丰高级工程师等，一并深表谢意。

鉴于我们学识所限，又因时间仓促，教材中难免存在缺点和错误。为此，恳请广大读者不吝指正，使其臻于完善。

目 录

第一章 概述	1
第二章 水表的型式和分类	7
第一节 水表的分类	7
一、按作用原理分	7
二、按驱动叶轮的水流束分	10
三、按计数器是否浸在被测水中分	11
四、按计数器指示型式分	11
五、按被测水温分	12
六、按被测水的压力分	12
七、按水表抄读地点分	12
八、按误差调节形式分	12
第二节 水表的型号	12
一、产品型号的组成	13
二、水表产品型号举例	14
第三节 各类水表的性能及优缺点比较	15
一、旋翼式水表和容积式水表比较	16
二、湿式水表和干式水表比较	16
三、多流水表和单流水表比较	17
四、水平螺翼式水表和旋翼式水表比较	17
第三章 水表的基础理论	21
第一节 水的物理性质	21
一、水的流动性	21

二、水的粘性	22
三、水的不易压缩性和膨胀性	25
第二节 水的密度和重度	27
第三节 水的压强	28
第四节 水流的速度	30
第五节 水的流量	34
第六节 水的能量	37
一、水流的动能	37
二、水的位置势能	37
三、水流的压力势能	38
四、水流能量转化和守恒	38
五、伯努利方程	39
第四章 旋翼式水表	43
第一节 旋翼多流湿式水表的结构	43
一、表壳、中罩、玻璃等的要求与作用	44
二、计量机构的要求与作用	44
三、计数机构的要求与作用	50
四、滤水网的要求	66
第二节 旋翼单流湿式水表的结构	67
一、表壳	69
二、调节板	69
三、滤水网	69
四、下顶尖	70
第三节 旋翼多流干式水表的结构	70
一、干式水表的磁性元件	71
二、干式水表的齿轮盒	74

第五章 旋翼式水表设计计算	76
第一节 表壳、中罩强度计算	76
一、表壳强度计算	76
二、中罩螺纹处合成应力计算	80
第二节 叶轮盒参数和减速比的计算	82
一、水表的压力损失	83
二、水表压力损失的计算	86
三、叶轮盒有关参数的计算	89
四、齿轮组减速比计算	93
五、设计计算举例	96
第六章 螺翼式水表	100
第一节 水平螺翼式水表	100
一、水平螺翼式水表主要零部件的要求 与作用	100
二、复式水平螺翼式水表	105
第二节 水平螺翼式水表减速比计算	106
一、螺翼各部参数	106
二、速比计算公式	110
三、设计计算举例	112
第三节 可拆卸水平螺翼式水表	114
一、可拆卸水平螺翼式水表主要零部件	115
二、可拆卸水平螺翼式水表技术参数和 外形尺寸	118
第四节 插入式可拆卸水平螺翼式水表	119
第五节 垂直螺翼式水表	121
第七章 水表的性能测试	123
第一节 旋翼式水表的技术性能	123

一、常用术语	123
二、旋翼式水表主要技术性能和指标	124
第二节 水平螺翼式水表的技术性能	128
一、常用术语	128
二、水平螺翼式水表主要技术性能和指标	128
第三节 水表性能测试的项目和程序	131
一、试验类型	131
二、试验项目及程序	132
第四节 水表的外观检查	132
一、水表的外观质量要求	132
二、外观检查的方法	135
第五节 水压强度试验	135
一、试验要求	135
二、试验装置	135
三、试验方法	137
第六节 水表的示值误差试验	138
一、试验要求	138
二、试验装置	139
三、试验方法	149
第七节 始动流量试验	153
一、试验要求	153
二、试验装置	153
三、试验方法	153
第八节 压力损失试验	154
一、试验要求	154
二、试验装置	154
三、试验方法	156

第九节 加速磨损试验	159
一、试验要求	159
二、试验装置	161
三、试验方法	161
第八章 水表试验装置的检定	164
第一节 示值误差试验装置检定	164
一、试验装置技术要求	164
二、检定条件	167
三、检定项目	168
四、检定方法	168
第二节 水压强度试验装置检定	173
一、试验装置技术要求	173
二、检定条件	174
三、检定项目	174
四、检定方法	174
第三节 压力损失试验装置的检定	175
一、试验装置技术要求	175
二、检定条件	177
三、检定项目	178
四、检定方法	178
第四节 加速磨损试验装置的检定	180
一、试验装置技术要求	180
二、检定条件	181
三、检定项目	182
四、检定方法	182
第九章 其它水表和流量计	184
第一节 带有节流部件的流量计	184

一、孔板流量计	185
二、文氏管流量计	187
三、文氏插片式流量计	188
四、测量仪表	189
第二节 分流式水表	192
第三节 插入式水表	197
一、插入式旋翼水表	197
二、插入式水平螺翼水表	199
三、插入式涡轮流量计	200
四、均速管流量计	202
第四节 电磁流量计与超声波流量计	202
一、电磁流量计	203
二、超声波流量计	204
第十章 水表的维修与安装	207
第一节 水表的维修	207
一、主要零部件维修要点	208
二、水表零部件的通用性	214
三、各种水表常见故障及处理方法	219
第二节 水表的安装	225
一、水表的选型	225
二、水表的安装	225
参考文献	227
中、高级水表装修工培训计划大纲	228

第一章 概 述

水表是一种用来计量流经自来水管道的 水的 总量的仪表。随着供水事业的发展、农村饮水卫生的改善、以及淡水资源的紧缺，水表装用数量越来越多。所以，水表是一种量大面广、关系到千家万户切身利益和工矿企业开展节约用水、提高经济效益的计量仪表，也是供水企业合理收费的计量器具。因此，根据国家技术监督局的有关规定，凡用于贸易结算的水表，实行“首次检定，限期使用，到期轮换”的方针。

水表的产生与发展已近 200 年历史。早在 1825 年，英国的克路斯发明了平衡罐式水表，并取得专利特许，其结构原理如图 1-1 所示。

件 1 是两个容积相等且连成一体 的罐，其下方中间有一转轴 2，件 1 绕转轴 2 摆至右侧或左侧。图中所示乃件 1 摆至右侧位置，当被测水从

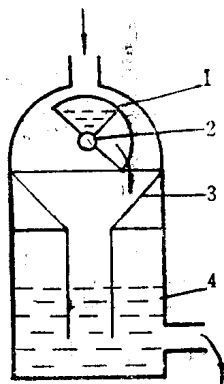


图 1-1 平衡罐式水表

壳体入口处注满左罐时，件 1 即自动向左旋转摆至左侧，此时，左罐中的水倒入漏斗 3，并经过壳体下方的出水口排出表外。与此同时，被测水继续注向右罐，待右罐注满后，平衡又被破坏，件 1 又自动向右

旋转并摆至右侧，右罐中的水倒入漏斗并经壳体排出表外。如此周而复始，循环无穷，从而测出流经水表的水量，完成计量之功能。

1852年，英国托马斯·肯尼迪发明往复式单活塞水表，其结构原理如图1-2所示。当被测水通过二位四通旋塞2的进水端后，交替流入活塞缸1的上部及下部，推动带杆活塞3向下及向上往复运动，而被测水则从四通旋塞的出水端排出表外。活塞的往复运动带动活塞杆上的齿条4上下往复运动，当活塞到达上部顶端（左图）及下部顶端（右图）时，四通旋塞立即换向。同时，齿条带动锥形齿轮的爪式离合器5，使计量机构的轴向一个方向转动而记下水量，完成计量的目的。

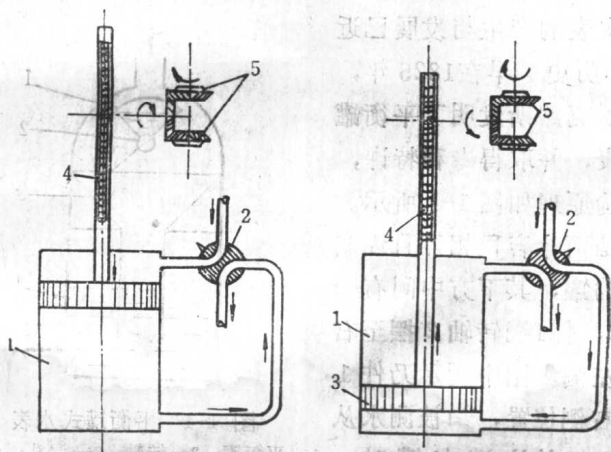


图 1-2 往复式单活塞水表

1—活塞缸；2—四通旋塞；3—活塞；4—齿条；5—离合器

19世纪末到20世纪初，水表工业在欧、美、苏联和日本等国得到了长足的发展。据资料记载，德国的BOPP and

Reuther GMBH (简称B&R) 公司、英国的 Kent Meters Limited公司 (简称Kent) 和日本的金门株式会社, 分别从1872年、1883年和1906年开始生产水表。在此期间, 先后出现了旋转活塞式水表、圆盘式水表、旋翼式水表和以后的螺翼式水表 (又称伏特曼水表), 直到如今, 这些水表的作用原理和基本结构, 被世界各国水表生产厂沿用至今。不过, 随着工业的发展, 为水表生产创造了有利的条件, 水表的设计、工艺和选材等方面, 更为先进, 更趋合理, 计量性能大大提高, 生产成本大为降低。

我国的水表使用和生产起步较晚, 1879年, 李鸿章为操办海军, 在旅顺口创建了我国第一家水厂, 1883年英殖民主义在上海建立第二个水厂, 于是水表开始进入我国。接着, 一些沿海城市也相继建造水厂。直到20世纪30年代, 当时的上海光华机械厂 (现上海光华仪表厂前身), 杭州震旦机器厂和天津联昌机器厂 (现天津自动化仪表三厂前身) 等从国外进口部分零件生产水表。直至解放前, 在这长达70年的时间里, 英、法、日、德等国的水表一直占领我国的水表行业。这些水表品种、规格繁杂, 零件不能互换, 给以后自来水公司水表维修, 带来极大的困难。

解放后, 随着城市供水事业的发展, 我国的水表工业也相应地发展起来。从1955年起, 上海、北京、天津、南京、武汉、广州等城市自来水公司先后开始生产水表。1958年光华仪表厂将水表生产转移给宁波水表厂, 从此以后, 宁波水表厂的生产规模和产量, 逐年得到发展并成为我国最大的水表专业生产厂。

1965年, 原第一机械工业部四局委托上海热工仪表科学研究所和原国家建筑工程部城建局会同宁波水表厂、天津自

动化仪表三厂、上海、北京、天津、南京、杭州、广州、武汉等自来水公司水表厂，组成全国水表统一设计工作组，对旋翼式水表进行统一设计。1966年完成DN15~50小口径多流束旋翼湿式水表系列设计及样机试制，1967年完成了批试，并通过国家级鉴定。1967年又完成了DN80~150多流束旋翼湿式水表的系列设计与试制，使我国旋翼式水表完成全系列产品，从而改变了品种繁杂、质量低下的“万国牌”水表一统天下的局面。

1973年，全国水表行业又推荐了上海市自来水公司水表厂和宁波水表厂的水平螺翼式水表，作为当时我国在该系列水表的发展方向。至此，我国从民用到工业所需的各种规格水表形成了统一设计和推荐的系列产品。

自1957年开始，上海市自来水公司水表厂率先对水表零件塑料化进行了探索和研制，每年均有进展并向全国水表行业介绍及推广。在完成水表统一设计的同时，水表零部件塑料化也基本告成。尔后，北京市自来水公司水表厂又研制成功了叶轮轴、顶尖及度盘塑料化。

统一设计和水表零部件的塑料化，为组织水表专业化生产创造了有利条件，从而大大推动了我国水表工业进步与发展。60年代初，连同解放前遗留下来的3家水表厂和自来水公司水表厂一起，总共只有10家，年产量10万台左右。到70年代，水表制造厂发展到近200家，年产量猛增到300万台。到80年代中期，全国水表产量高达700万台/年。至今，全国取得水表生产许可证和计量许可证的水表厂有69家，连同仅有计量许可证或无证的水表生产厂，总共约有100家左右，其实际年生产能力可达1000万台以上，大大超出了市场的需求。

随着改革开放的深入，我国水表行业中如福州水表厂、天津自动化仪表三厂和宁波水表厂分别从德国B&R公司、日本金门株式会社和德国迈内克公司(H. MEINECKE AG)引进先进技术，连云港水表厂还与意大利某水表厂合资建立连利水表公司。同时，在行业归口所——上海工业自动化仪表研究所的组织领导下，使我国水表生产在技术上、产品质量上以及企业管理方面，上了一个新台阶。在水表品种方面，相继开发了DN15~50旋翼直读式水表；DN15~50旋翼干式水表；DN13~25旋翼单流湿式水表和液封式水表；DN15mm旋转活塞式干式水表以及DN50~500mm可拆卸水平螺翼式水表、DN80~200mm可拆卸（插入式）水平螺翼式水表、DN80~200mm旋翼插入式水表等等，打破了20多年来全国统一设计产品一统天下的局面。在水表的读数显示方面，已不再是单一的指针式，出现了指针、字轮式、液封式和远传式等等。由于水表国家标准GB778—84和部专业标准ZBY303—85等效采用了国际标准ISO4064，使水表的计量性能和耐用性有了较大的提高，我国生产的水表质量已接近世界先进水平。近年来，我国水表出口量大幅度增长，前景越来越好。

在水表应用方面，每个国家根据各自的国情、水质条件及使用习惯来选择水表的品种和型式。总的来说，目前世界上生产和使用的水表，主要是速度式和容积式两种，其中采用速度式水表的国家较多。容积式水表主要使用的国家，仅有美、英、瑞典、澳大利亚等国，且近年来，英、美等国也逐渐转向采用速度式水表。目前，在小口径水表方面，东南亚和中东诸国主要采用旋翼多流干式水表。在西欧除了德国因管网水质条件好和使用习惯等因素，仍采用旋翼湿式水表

外，其余各国越来越多地采用旋翼单流干式水表。大口径水表方面，则越来越多地采用可拆卸水平螺翼式水表。我国过去仅生产和使用 $DN15\sim150\text{mm}$ 旋翼多流湿式水表和 $DN80\sim200\text{mm}$ 水平螺翼式水表，随着近几年来水表新品种的出现，我国水表的使用结构将有所改变。