

城镇供水行业职业技能培训系列丛书 · ● ●

CJJ/T 225-2016 培训教材

供水调度工 基础知识与专业实务

Water Dispatching Worker: Basics and Practice

南京水务集团有限公司 主编

中国建筑工业出版社

城镇供水行业职业技能培训系列丛书

供水调度工 基础知识与专业实务

南京水务集团有限公司 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

供水调度工基础知识与专业实务/南京水务集团有限公司主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 2
(城镇供水行业职业技能培训系列丛书)
ISBN 978-7-112-23156-0

I. ①供… II. ①南… III. ①城市供水-调度-技术培训-教材 IV. ①TU991.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 005382 号

本书为丛书之一, 以供水调度工本岗位应掌握的知识为指导, 坚持理论联系实际的原则, 从基本知识入手, 系统地阐述了本岗位应掌握的基础理论与基本知识、专业知识与操作技能以及安全生产知识, 为了更好地贯彻实施《城镇供水行业职业技能标准》, 进一步提高供水行业从业人员职业技能, 南京水务集团有限公司主编了《城镇供水行业职业技能培训系列丛书》。

本书可供城镇供水行业从业人员参考。

责任编辑: 何玮珂 李玲洁 杜 洁

责任校对: 姜小莲

城镇供水行业职业技能培训系列丛书

供水调度工基础知识与专业实务

南京水务集团有限公司 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16½ 字数: 409 千字

2019 年 4 月第一版 2019 年 4 月第一次印刷

定价: 59.00 元

ISBN 978-7-112-23156-0

(33219)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《城镇供水行业职业技能培训系列丛书》 编委会

主 编：单国平

副 主 编：周克梅

主 审：张林生 许红梅

委 员：周卫东 陈振海 陈志平 竺稽声 金 陵 祖振权
黄元芬 戎大胜 陆聪文 孙晓杰 宋久生 臧千里
李晓龙 吴红波 孙立超 汪 菲 刘 煜 周 杨

主编单位：南京水务集团有限公司

参编单位：东南大学

江苏省城镇供水排水协会

本书编委会

主 编：黄元芬

副 主 编：王晓军

参 编：吕 靖 王 卫 潘荣茂 戎 融

《城镇供水行业职业技能培训系列丛书》

序 言

城镇供水，是保障人民生活和社会发展必不可少的物质基础，是城镇建设的重要组成部分，而供水行业从业人员的职业技能水平又是供水安全和质量的重要保障。1996年，中国城镇供水协会组织编制了《供水行业职业技能标准》，随后又编写了配套培训丛书，对推进城镇供水行业从业人员队伍建设具有重要意义。随着我国城市化进程的加快，居民生活水平不断提升，生态环境保护要求日益提高，城镇供水行业的发展迎来新机遇、面临更大挑战，同时也对行业从业人员提出了更高的要求。我们必须坚持以人为本，不断提高行业从业人员综合素质，以推动供水行业的进步，从而使供水行业能适应整个城市化发展的进程。

2007年，根据原建设部修订有关工程建设标准的要求，由南京水务集团有限公司主要承担《城镇供水行业职业技能标准》的编制工作。南京水务集团有限公司，有近百年供水历史，一直秉承“优质供水、奉献社会”的企业精神，职工专业技能培训也坚持走在行业前端，多年来为江苏省内供水行业培养专业技术人员数千名。因在供水行业职业技能培训和鉴定方面的突出贡献，南京水务集团有限公司曾多次受省、市级表彰，并于2008年被人社部评为“国家高技能人才培养示范基地”。2012年7月，由南京水务集团有限公司主编，东南大学、南京工业大学等参编的《城镇供水行业职业技能标准》完成编制，并于2016年3月23日由住房和城乡建设部正式批准为行业标准，编号为CJJ/T 225—2016，自2016年10月1日起实施。该《标准》的颁布，引起了行业内广泛关注，国内多家供水公司对《标准》给予了高度评价，并呼吁尽快出版《标准》配套培训教材。

为更好地贯彻实施《城镇供水行业职业技能标准》，进一步提高供水行业从业人员职业技能，自2016年12月起，南京水务集团有限公司又启动了《标准》配套培训系列丛书的编写工作。考虑到培训系列教材应对整个供水行业具有适用性，中国城镇供水排水协会对编写工作提出了较为全面且具有针对性的调研建议，也多次组织专家会审，为提升培训教材的准确性和实用性提供技术指导。历经两年时间，通过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进技术和设备，《标准》配套培训系列丛书终于顺利完成编制，即将陆续出版。

该系列丛书围绕《城镇供水行业职业技能标准》中全部工种的职业技能要求展开，结合我国供水行业现状、存在问题及发展趋势，以岗位知识为基础，以岗位技能为主线，坚持理论与生产实际相结合，系统阐述了各工种的专业知识和岗位技能知识，可作为全国供水行业职工岗位技能培训的指导用书，也能作为相关专业人员的参考资料。《城镇供水行

业职业技能标准》配套培训教材的出版，可以填补供水行业职业技能鉴定中新工艺、新技术、新设备的应用空白，为提高供水行业从业人员综合素质提供了重要保障，必将对整个供水行业的蓬勃发展起到极大的促进作用。

中国城镇供水排水协会

A handwritten signature in black ink, appearing to read '刘向东' (Liu Xiang), written in a cursive style.

2018年11月20日

《城镇供水行业职业技能培训系列丛书》

前 言

城镇供水行业是城镇公用事业的有机组成部分，对提高居民生活质量、保障社会经济发展起着至关重要的作用，而从业人员的职业技能水平又是城镇供水质量和供水设施安全运行的重要保障。1996年，按照国务院和劳动部先后颁发的《中共中央关于建立社会主义市场经济体制若干规定》和《职业技能鉴定规定》有关建立职业资格标准的要求，建设部颁布了《供水行业职业技能标准》，旨在着力推进供水行业技能型人才的职业培训和资格鉴定工作。通过该标准的实施和相应培训教材的陆续出版，供水行业职业技能鉴定工作日趋完善，行业从业人员的理论知识和实践技能都得到了显著提高。随着国民经济的持续、高速发展，城镇化水平不断提高，科技发展日新月异，供水行业在净水工艺、自动化控制、水质仪表、水泵设备、管道安装及对外服务等方面都发展迅速，企业生产运营管理水平也显著提升，这就使得职业技能培训和鉴定工作逐渐滞后于整个供水行业的发展和需求。因此，为了适应新形势的发展，2007年原建设部制定了《2007年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）》，经有关部门推荐和行业考察，委托南京水务集团有限公司主编《城镇供水行业职业技能标准》，以替代96版《供水行业职业技能标准》。

2007年8月，南京水务集团精心挑选50名具备多年基层工作经验的技术骨干，并联合东南大学、南京工业大学等高校和省住建系统的14位专家学者，成立了《城镇供水行业职业技能标准》编制组。通过实地考察调研和广泛征求意见，编制组于2012年7月完成了《标准》的编制，后根据住房城乡建设部标准司、人事司及市政给水排水标准化技术委员会等的意见，进行修改完善，并于2015年10月将《标准》中所涉工种与《中华人民共和国执业分类大典》（2015版）进行了协调。2016年3月23日，《城镇供水行业职业技能标准》由住建部正式批准为行业标准，编号为CJJ/T 225—2016，自2016年10月1日起实施。

《标准》颁布后，引起供水行业的广泛关注，不少供水企业针对《标准》的实际应用提出了问题：如何与生产实际密切结合，如何正确理解把握新工艺、新技术，如何准确应对具体计算方法的选择，如何避免因传统观念陷入故障诊断误区，等等。为了配合《城镇供水行业职业技能标准》在全国范围内的顺利实施，2016年12月，南京水务集团启动《城镇供水行业职业技能培训系列丛书》的编写工作。编写组在综合国内供水行业调研成果以及企业内部多年实践经验的基础上，针对目前供水行业理论和工艺、技术的发展趋势，充分考虑职业技能培训的针对性和实用性，历时两年多，完成了《城镇供水行业职业技能培训系列丛书》的编写。

《城镇供水行业职业技能培训系列丛书》一共包含了10个工种，除《中华人民共和国执业分类大典》（2015版）中所涉及的8个工种，即自来水生产工、化学检验员（供水）、供水泵站运行工、水表装修工、供水调度工、供水客户服务员、仪器仪表维修工（供水）、

供水管道工之外，还有《大典》中未涉及但在供水行业中较为重要的泵站机电设备维修工、变配电运行工 2 个工种。

本系列《丛书》在内容设计和编排上具有以下特点：（1）整体分为基础理论与基本知识、专业知识与操作技能、安全生产知识三大部分，各部分占比约为 3：6：1；（2）重点介绍国内供水行业主流工艺、技术、设备，对已经过时和应用较少的技术及设备只作简单说明；（3）重点突出岗位专业技能和实际操作，对理论知识只讲应用，不作深入推导；（4）重视信息和计算机技术在各生产岗位的应用，为智慧水务的发展奠定基础。《丛书》既可作为全国供水行业职工岗位技能培训的指导用书，也能作为相关专业人员的参考资料。

《城镇供水行业职业技能培训系列丛书》在编写过程中，得到了中国城镇供水排水协会的指导和帮助，刘志琪秘书长对编写工作提出了全面且具有针对性的调研建议，也多次组织专家会审，为提升培训教材的准确性和实用性提供了技术指导；东南大学张林生教授全程指导丛书编写，对每个分册的参考资料选取、体量结构、理论深度、写作风格等提出大量宝贵的意见，并作为主要审稿人对全书进行数次详尽的审阅；中国生态城市研究院智慧水务中心高雪晴主任协助编写组广泛征集意见，提升教材适用性；深圳水务集团，广州水投集团，长沙水业集团，重庆水务集团，北京市自来水集团、太原供水集团等国内多家供水企业对编写及调研工作提供了大力支持，值此《丛书》付梓之际，编写组一并在内表示最真挚的感谢！

《丛书》编写组水平有限，书中难免存在错误和疏漏，恳请同行专家和广大读者批评指正。

南京水务集团有限公司

2019 年 1 月 2 日

前 言

随着社会和供水行业的不断发展，现代供水企业对员工综合素质和职业技能提出了更高的要求。供水调度是对整个生产过程的指挥，是实现生产控制的重要手段，调度工作的好坏，直接影响着生产成本和企业信誉，因此应逐步从传统的经验调度向科学调度转变。

2016年3月23日，住房和城乡建设部发布了《城镇供水行业职业技能标准》CJJ/T 225—2016，自2016年10月1日起实施。为贯彻落实该标准中的“供水调度工职业技能标准”，提高城镇供水行业调度工的职业技能水平，编写组按照标准要求，结合调度工种特点，组织编写了本教材，以满足供水行业调度工培训和鉴定的需要。

做好调度工作，调度人员需具备较全面的理论知识和操作技能，因此本书中编入了水、电、自控、调度、安全等多学科基本知识，适时增加了新工艺、新技术和新设备的应用，注重强化调度实际操作技能的提升。本书共分为基础理论与基本知识、专业知识与操作技能以及安全生产知识共三篇，以供水调度工应掌握的知识为指导，坚持理论联系实际的原则，在广泛吸取本行业先进理论的基础上，融合了编者多年从事岗位实践的经验，从基本知识入手，系统阐述基本原理和技能，适合本岗位新入职及各等级员工的培训和鉴定使用。

本书编写过程中，东南大学张林生教授对本书提出宝贵意见和建议，在此表示诚挚的感谢！

本书编写组水平有限，书中难免存在疏漏和错误，恳请广大读者和同行专家们批评指正。

供水调度工编写组

2018年9月

目 录

第一篇 基础理论与基本知识	1
第 1 章 水力学基础理论	3
1.1 水静力学基础	3
1.2 水动力学基础	5
1.3 水头损失与压力管道	7
第 2 章 水质标准与水质分析	11
2.1 水环境质量标准	11
2.2 生活饮用水卫生标准	12
2.3 水质分析简介	13
第 3 章 给水工程基本知识	21
3.1 给水系统概述	21
3.2 给水管网	26
3.3 取水工程概论	33
3.4 给水处理常规工艺	35
3.5 预处理工艺简介	53
3.6 深度处理工艺简介	56
第 4 章 泵与泵站	60
4.1 泵的分类及其特点	60
4.2 叶片式泵	61
4.3 给水泵站	78
第二篇 专业知识与操作技能	83
第 5 章 电气专业基本知识	85
5.1 电路基础	85
5.2 变压器	92
5.3 电动机	95
5.4 供电系统知识	102
第 6 章 计算机应用知识	110
6.1 计算机硬件	110
6.2 计算机软件	111
第 7 章 可编程控制器的应用	116
7.1 可编程控制器特点及组成	116

7.2	可编程控制器的工作原理	121
7.3	可编程控制器的编程语言和程序结构	123
7.4	程序控制在供水调度中的应用	124
第8章	供水调度专业知识	133
8.1	供水调度基本知识	133
8.2	供水调度运行	136
8.3	调度运行案例	199
第9章	科学调度技术应用	204
9.1	供水管网地理信息系统	204
9.2	供水数据采集和监控系统 (SCADA)	208
9.3	调度管理系统	215
9.4	管网建模	218
9.5	计算机辅助决策系统	222
第三篇	安全生产知识	229
第10章	安全生产	231
10.1	基本法规与防护用品	231
10.2	供水安全相关知识	233
参考文献	252

第一篇 基础理论与基本知识

第 1 章 水力学基础理论

1.1 水静力学基础

1.1.1 静水压强及其特性

(1) 静水压强

所谓液体的静止或相对静止，是指液体质点间不存在相对运动，也就是说静止液体中不存在切向力，所以只有垂直于受压面（也称作用面）的压力。作用在作用面整个面积上的压力称为总压力或压力，作用在单位面积上的压力是压力强度，简称压强。用数学式表达为：

$$p = \frac{F}{S} \quad (1-1)$$

式中 p ——静水压强，Pa；
 F ——静水压力，N；
 S ——受力面积， m^2 。

(2) 静水压强的特性

- 1) 静止液体中某一点的静水压强垂直并指向受压面。
- 2) 静止液体中任何一点上各个方向的静水压强大小均相等，或者说其大小与作用面的方位无关（图 1-1）。

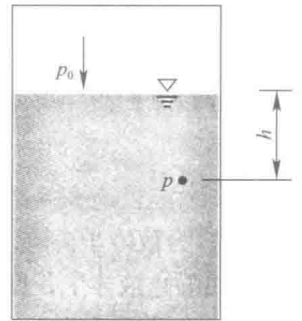


图 1-1 盛水容器中的压强

1.1.2 静水压强的基本方程式

(1) 静水压强的基本方程

静水压强是随水深的增加而增加的，根据静力学平衡方程可以得到静水压强基本方程式：

$$P = P_0 + \gamma h \quad (1-2)$$

式中 P ——静止液体内某点的压强，Pa；
 P_0 ——液面压强，Pa；
 γ ——水的重度， N/m^3 ；
 h ——液面到该点的距离，称淹没深度，m。

静水压强基本方程式，表明仅在重力作用下，液体中某一点的静水压强等于液面压强加上水的重度与该点淹没深度的乘积。

(2) 静水压强的规律

从基本方程式可以看出下面一些规律：

1) 若表面压强 P_0 以某种方式使之增大, 则此压强可不变大小地传至液体中的各个部分, 这就是帕斯卡原理, 静止液体中的压强传递特性是制作油压千斤顶、水压机等机械的原理。

2) 在重力作用下的静止均质液体中, 自由表面下深度 h 相等各点, 压强相等。压强相等各点组成的面称为等压面。自由表面是水深等于零的各点所组成的等压面, 重力作用下静止液体中的等压面都是水平面。同样, 两种不相混杂液体的分界面也是水平面。

3) 密度不同, 产生的压强也就不同, 一个容器, 装满清水 (密度 $1000\text{kg}/\text{m}^3$) 或装满汞 (密度 $13600\text{kg}/\text{m}^3$) 或装满海水 (密度 $1020\sim 1030\text{kg}/\text{m}^3$), 对于容器底压强不相同。基本方程在一定范围内也适用于气体。

1.1.3 静水压强的度量与测量

(1) 压强的度量

压强值的大小, 可按不同的基准计量。由于计量基准不同, 同一点的压强可用不同的值来描述。

1) 绝对压强与相对压强

绝对压强是以不存在任何气体分子的完全真空为零点计量的压强值, 用符号 P_{abc} 表示。相对压强则是以当地大气压为零点计量的压强值, 用符号 P 表示。绝对压强和相对压强之差为当地大气压强 P_a 。

两种计量值的关系可用下式描述:

$$P_{abc} = P_a + P \quad (1-3)$$

实际上, 绝大多数的生产与生活都处在当地大气压的环境下, 采用相对压强计算可不必考虑大气压的作用, 使计算简化。工程中一种压强测量仪表——压力表, 因测量元件处于大气压作用之下, 所测得的压强值是该点的绝对压强超过大气压强的部分, 即相对压强, 故相对压强又称为表压强。

2) 真空

当绝对压强小于当地大气压时, 相对压强出现负值, 这种状态称为真空。真空的大小用真空压强, 或者真空值来度量, 以符号 P_v 表示。真空压强与相对压强、绝对压强的关系是:

$$P_v = P_a - P_{abc} = -P \quad (1-4)$$

真空压强又可看成是相对压强的负值, 故又称负压。离心式水泵和虹吸管能把水从低处吸到一定的高度, 就是利用真空这个道理。

(2) 压强的计量单位

1) 以应力单位表示

应力单位是压强的定义单位, 即用单位面积上受力的大小来表示, 它的国际单位制是帕斯卡 (Pa), $1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$ 。

2) 以大气压表示

工程中曾习惯用大气压的倍数来表示压强的大小。以海平面的大气压强作为大气压的基本单位, 称为标准大气压, 记为 atm, $1\text{atm}=101325\text{Pa}$ 。

工程中为了简化计算, 一般采用工程大气压, 记为 at, $1\text{at}=9800\text{Pa}$ 或 $1\text{at}=0.1\text{MPa}$ 。

3) 以水柱高表示

压强的大小还可以用液柱高度表示。常用的有米水柱 (mH₂O) 或毫米汞柱 (mmHg)。

以上三种压强计量单位的换算关系见表 1-1。

表 1-1 压强单位换算表

压强单位	Pa	mmH ₂ O	mH ₂ O	mmHg	at	atm
换算关系	9.8	1	0.001	0.0735	10 ⁻⁴	9.67×10 ⁻⁵
	9800	1000	1	73.5	0.1	0.0967
	133.33	13.6	0.0136	1	0.00136	0.0132
	98000	10000	10	735	1	0.967
	101325	10332	10.332	760	1.033	1

(3) 压强的测量

1) 测压管

测压管是最简单的液压计，将两端开口的玻璃管，一端接在和被测点同一水平面的容器壁孔，观读测压管高度就是和该点压强相应的液柱高度，或按 $P = \gamma h$ 计算出其相对压强。测压管不宜太长，所以测压范围不宜超过 2m 水柱。

2) U 形水银测压计

压强较大的，可用 U 形汞压强计测定。

3) 压差计 (比压计)

工程实践中有很多情况只需要测两点压强之差，就可采用压差计。

4) 金属压力表

测量较大压强，可用金属压强表，它携带方便，装置简单。

5) 真空计

真空计有液体真空计和金属真空计两种，水泵吸水管可用金属真空表量测真空值。

1.2 水动力学基础

(1) 恒定流和非恒定流

流场中各空间液体质点的运动要素 (速度、压强、密度等) 都不随时间变化的流动称为恒定流，反之称为非恒定流。

在工程实践中，多数系统正常运行时是恒定流，或虽为非恒定流，但运动参数随时间的变化缓慢，仍可近似按恒定流处理。

(2) 流线

流线可定义某一确定时刻流场中的空间曲线，线上各质点在该时刻的速度矢量都与之相切 (图 1-2)。

一般情况下流线不相交，流线也不能是折线，而是光滑的曲线或直线。恒定流时各空间点上液体质点的速度矢量不随时间变化，所以流线的形状和位置也不随时间变化。

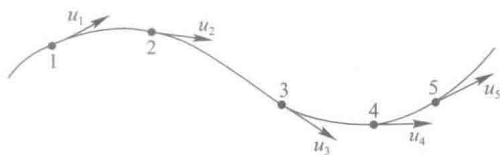


图 1-2 某时刻流线图

液体质点在某一时段的运动轨迹称为迹线。流线和迹线是两个不同的概念，但在恒定流中，流线不随时间变化，与迹线重合。

(3) 均匀流和非均匀流

流线为平行直线的流动称为均匀流，否则为非均匀流。

(4) 过水断面、流速、流量

过水断面是指垂直于液流方向的液流断面，用符号 A 表示，单位为 m^2 。单位时间内通过某一过水断面液体的体积称为流量，用符号 Q 表示，单位为 m^3/s 。

液流中质点运动的速度称为流速，用符号 u 表示，单位为 m/s 。由于过水断面上的流速分布不均匀，故采用断面平均流速作为工程上所说的流速，用符号 v 表示。

$$v = \frac{Q}{A} \tag{1-5}$$

(5) 管流和明渠流，有压流和无压流

管流没有自由表面的液流，例如满管流动的液流，叫有压流。

明渠流有自由表面的液流，例如排水管中不满管时的水流，渠道和河道中的水流又叫无压流。

1.2.1 恒定流连续性方程

连续性方程是水动力学三个基本方程之一，是质量守恒原理的水力学表达式。

水流运动是宏观的机械运动，水流一般是不可压缩的，可视为一种连续介质，水流是恒定流时，在两断面间水流体积不会改变，即流量不变，这就是质量守恒定律，也就是恒定流连续性方程。其表达式为

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 = \text{常数} \\ \text{或 } v_1 A_1 &= v_2 A_2 = \text{常数} \end{aligned} \tag{1-6}$$

式中 Q_1 、 v_1 、 A_1 ——进口过水断面的流量、流速和断面面积；

Q_2 、 v_2 、 A_2 ——出口过水断面的流量、流速和断面面积。

连续性方程的运用条件：

- 1) 水流必须是连续的，中间没有空隙；
- 2) 水流必须是不可压缩的（水锤现象除外）；
- 3) 水流必须是恒定流，非恒定流不能用；
- 4) 河渠式管道有分叉时，仍遵循连续性原理，但表达式应改为：

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 + Q_3 \\ \text{或 } v_1 A_1 &= v_2 A_2 + v_3 A_3 \end{aligned} \tag{1-7}$$

1.2.2 恒定流能量方程

恒定流能量方程也称伯努利方程，是水动力学三个基本方程之二，是物体机械能转换的水力学体现。

对于理想液体，引入限定条件：液体恒定流动、作用在液体上的质量力只有重力、液体不可压缩，则在两断面间液体的能量不变，即单位重量液体具有的机械能不变，这就是能量守恒定律，也就是恒定流能量方程。其表达式为：