

村镇供水行业专业技术人员技能培训丛书

供水机电运行与维护3

供水泵站机电设备运行维护管理

主编 庄中霞 副主编 尹六寓 苏晨茜



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

村镇供水行业专业技术人员技能培训丛书

供水机电运行与维护3

供水泵站机电设备运行维护管理

主编 庄中霞 副主编 尹六寓 苏晨茜



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是“村镇供水行业专业技术人员技能培训丛书”中的《供水机电运行与维护》系列第3分册, 详尽介绍了供水泵站机电设备运行维护管理。全书共分8章, 包括供水机电维护基本知识, 常用变压器与电动机的运行维护及故障处理, 开关电器和保护电器的运行检查、事故处理与检修, 泵站常用其他电气设备的使用与维护, 电力线路和照明设备及其运行维护, 建筑防雷与接地, 控制和信号的回路, 离心泵机组的经济运行等内容。

本书采用图文并茂的编写形式, 内容既简洁又不失完整性, 深入浅出, 通俗易懂, 非常适合村镇供水从业人员岗位学习参考, 亦可作为职业资格考核鉴定的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

供水机电运行与维护. 3, 供水泵站机电设备运行维护管理 / 庄中霞主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2015. 10

(村镇供水行业专业技术人员技能培训丛书)
ISBN 978-7-5170-3774-3

I. ①供… II. ①庄… III. ①给水排水泵—机电设备—运行②给水排水泵—机电设备—维修 IV. ①TV734
②TH38

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第255976号

书 名	村镇供水行业专业技术人员技能培训丛书 供水机电运行与维护 3 供水泵站机电设备运行维护管理
作 者	主编 庄中霞 副主编 尹六寓 苏晨茜
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	140mm×203mm 32开本 3.875印张 104千字
版 次	2015年10月第1版 2015年10月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	15.00元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《村镇供水行业专业技术人员技能培训丛书》

编写委员会

主任：刘 敏

副主任：江 涓 胡振才

编委会成员：黄其忠 凌 刚 邱国强 曾志军
陈燕国 贾建业 张芳枝 夏宏生
赵奎霞 兰 冰 朱官平 尹六寓
庄中霞 危加阳 张竹仙 钟 雯
滕云志 曾 文

项目责任人：张 云 谭 渊

培训丛书主编：夏宏生

《供水水质检测》主编：夏宏生

《供水水质净化》主编：赵奎霞

《供水管道工》主编：尹六寓

《供水机电运行与维护》主编：庄中霞

《供水站综合管理员》主编：危加阳

序

近年来，各级政府和行业主管部门投入了大量人力、物力和财力建设农村饮水安全工程，而提高农村供水从业人员的专业技术和管理水平，是使上述工程发挥投资效益、可持续发展的关键措施。目前，各地乃至全国都在开展相关的培训工作，旨在以此方式提高基层供水单位的运行及管理的专业化水平。

与城市集中式供水相比，农村集中式供水是一项新型的、方兴未艾的事业，急需大量的、各层次的懂技术、会管理的专业人才，而基层人员又是重要的基础和保证。本丛书的编者们结合工程实践、提炼技术关键、总结管理经验，认真分析基层供水行业技术和管理人员的基础知识和认知能力，依据农村供水行业各工种岗位应知应会的要求，编写了这套由浅入深、图文并茂、通俗易懂、操作指导性强的系列丛书，以方便农村供水从业人员在日常工作中学习、查阅和操作。该丛书按照工种岗位职业资格标准编写，体现出了职业性、实用性、通俗性和前瞻性，可作为相关部门和企业定岗考核的重要参考依据，也可供各地行业主管部门作为培训的参考资料。

本丛书的出版是对我国现有农村供水行业读物的

一个新的补充和有益尝试，我从事农村饮水安全事业多年，能看到这样的读物出版，甚为欣慰，故以此为序。



2013年5月

前 言

我国村镇集中式供水与城市供水相比是一项新兴的事业，开展村镇供水行业技术人员的培训是提高村镇供水从业人员技术和管理能力、推进在村镇供水行业中有步骤开展职业资格证书制度的一项重要基础性工作。在总结广东省村镇供水行业技术人员培训工作和对现有村镇供水培训教材调研的基础上，编写一套针对性强，方便学习、查阅和指导日常操作的培训丛书是十分必要和迫切的。在广东省水利厅的大力支持下，组织有关专家编写了本套“村镇供水行业专业技术人员技能培训丛书”，以满足村镇供水从业人员技能培训和职业技能鉴定的需要。丛书以工种岗位职业资格标准为大纲，体现职业性、实用性、通俗性和前瞻性。

本丛书共包括《供水水质检测》《供水水质净化》《供水管道工》《供水机电运行与维护》《供水站综合管理员》等5个系列，每个系列又包括1~3本分册。丛书内容简明扼要、深入浅出、图文并茂、通俗易懂，具有易读、易记和易查的特点，非常适合村镇供水行业从业人员阅读和学习。丛书可作为培训考证的学习用书，也可作为从业人员岗位学习的参考书。

本丛书的出版是对现有村镇供水行业培训教材的一

个新的补充和尝试，如能得到广大读者的喜爱和同行的认可，将使我们倍感欣慰、备受鼓舞。

村镇供水从其管理和运行模式的角度来看是供水行业的一种新类型，因此编写本套丛书是一种尝试和挑战。在编写过程中，在邀请供水行业专家参与编写的基础上，还特别邀请了村镇供水的技术负责人与技术骨干担任丛书评审人员。由于对村镇供水行业从业人员认知能力的把握还需要不断提高，书中难免还有很多不足之处，恳请同行和读者提出宝贵意见，使培训丛书在使用中不断提高和日臻完善。

丛书编委会

2013年5月

目 录

序

前言

第 1 章	供水机电维护基本知识 ·····	1
1.1	泵站常用仪表·····	1
1.2	电气施工图的图例与内容·····	6
1.3	电工工具和常用仪表的使用方法·····	12
第 2 章	常用变压器与电动机的运行维护及故障处理 ·····	23
2.1	变压器运行中的检查与维护·····	23
2.2	变压器异常运行和常见故障分析处理·····	25
2.3	异步电动机的运行与维护·····	28
2.4	电动机常见故障及事故处理·····	31
第 3 章	开关电器和保护电器的运行检查、事故处理与检修 ·····	34
3.1	高压断路器、隔离开关、负荷开关的运行检查、事故处理与检修·····	34
3.2	高压熔断器、互感器的运行检查、事故处理与检修·····	37
3.3	常用低压电器的运行检查、事故处理与检修·····	39
第 4 章	泵站常用其他电气设备的使用与维护 ·····	43
4.1	常用电气设备的使用与维护·····	43
4.2	常用泵站电量、物理量传感器设备的使用与维护·····	55

4.3	电力控制设备的使用与维护	60
4.4	计算机设备及软件的使用与维修	61
第5章	电力线路和照明设备及其运行维护	64
5.1	电力线路概述	64
5.2	电力线路的运行维护检查及故障处理	66
5.3	常用电光源与灯具照明	69
5.4	泵站主要照明设备的使用与维护	81
第6章	建筑防雷与接地	85
6.1	雷电的形成及其危害	85
6.2	避雷装置	86
6.3	建筑物防雷措施	89
6.4	接地的类型和作用	91
6.5	低压配电保护接地系统	93
6.6	接地装置的安装	95
第7章	控制和信号的回路	98
7.1	二次回路概述	98
7.2	操作电源	100
7.3	高压断路器控制回路	102
7.4	中央信号装置	106
第8章	离心泵机组的经济运行	108
8.1	机组的日常维护保养	108
8.2	综合单位电耗与经济运行	109

第 1 章 供水机电维护基本知识

1.1 泵站常用仪表

仪表是泵站设备的主要组成部分，在运行中起到监视水泵机组正常运行，及时反映异常现象和准确提供运行数据，为经济运行提供依据的重要作用。泵站的常用仪表分为出水计量表、水力仪表和电工仪表。

1.1.1 出水计量仪表

(1) 文氏管流量计。文氏管流量计是由文氏管（作为差压发生部分）及流量记录仪两部分组成。

文氏管是根据文丘里原理设计，通过文氏管中间部分口径缩小，使流速增加同时降低压力，而压力的降低与流速的平方成正比。图 1.1.1 所示为文丘里（Venturi）流量计。根据这个原理，通过进口与喉管间的压力表来测量流量，其关系式如下：

$$Q=KA_1\sqrt{\frac{2g\Delta h}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2-1}}$$

式中 Q ——流量， m^3/s ；

K ——校正系数（在不同流速的情况下用实验方法求得，一般为 $0.97\sim 0.99$ ）；

A_1 ——进出口直径部分断面面积， m^2 ；

A_2 ——喉管部分断面面积， m^2 ；

Δh ——文氏管进口与喉管处的压力差， mH_2O ；

g ——重力加速度， $9.81\text{m}/\text{s}^2$ 。

流量记录仪用差压变送器，差压变送器有 DBC 和 CECC 型

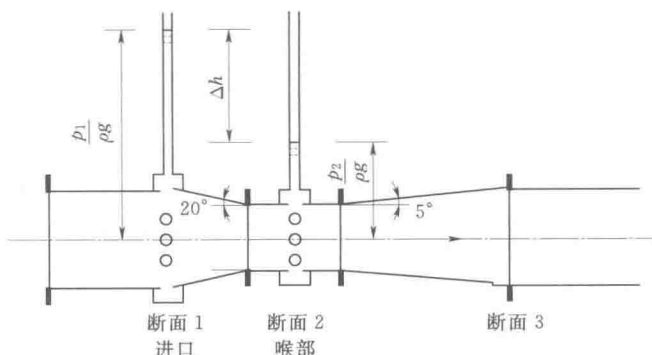


图 1.1.1 文丘里 (Venturi) 流量计

两种型号，其输出信号送入开方计算器，数据自动记录电子式配套仪表，并与输入微机进行实时数据处理和自动打印供水量数据。

文氏管流量计管理方便、水头损失小、准确性高，即使在小流量时亦能清晰显示流量的变化情况，但在安装时文氏管前后必须有 8~10 倍进口直径的距离，其间不得安装闸门、弯头、支管等任何管件，口径一般为 50~2000mm。

(2) 电磁流量计。电磁流量计由电磁流量变送器、电磁流量转换器和电动单元组合仪表配套组成，用来测量导电液体的流量。

作为电磁流量计主要元件的电磁流量变送器，是根据法拉第电磁感应原理工作的，当导电液沿测量管在交变磁场中与磁力线垂直方向运动时，导电液切割磁力线而产生感应电势，在与测量管轴线和磁场磁力线相互垂直的管壁上安装了一对检测电板，把这个感应电势检出，根据感应电势和管径，磁力线密度可按下列公式计算出流量，通过转换器放大后输出 0~10mA 直流信号。

$$Q = \frac{\pi}{4} \times \frac{E}{B} D \times 10^3$$

式中 Q ——流量， cm^3/s ；
 E ——产生的电动势， V ；
 B ——磁力线密度， CGS ；
 D ——管径， cm 。

它并与 DDZ-Ⅱ型或 DDZ-Ⅲ型电动单元组合仪表配套，对流量进行记录、计算、调节控制等。

电磁流量计的特点为结构简单，在测量管内无活动及束流部件，被测介质是在无阻流的光滑直管内流过，几乎没有压力损失。安装、使用方便，对前置直管段的要求不严，但在安装时要考虑检查并严密封闭，电磁流量计的变送器应防止浸水。

(3) 超声波流量计。超声波流量计是目前较新颖的流量测量技术，是一种非接触式的测量仪表，可应用于导声的流体。在管道外侧上、下游处设置换能器（或称探头），利用流体传播超声波，采用时频法测量流速，经变换后可显示瞬间流量并由 6 位电磁计数器显示累计流量。

其流速的计算公式如下：

$$v = \frac{l_p \Delta T}{2T_1(T_1 + \Delta T) \cos \theta}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

式中 v ——介质沿管轴方向的流速， m/s ；

l_p ——声道长度， m ；

T_1 ——超声信号，从换能器 1 至换能器 2 的传播时间， s ；

T_2 ——超声信号，从换能器 2 至换能器 1 的传播时间， s 。

通过超声信号传播时间及时间差求得与流量成正比例的介质流速 v ，然后利用专门的积分方法自动计算出流量。

超声波流量计的特点是夹装在测量管道的外径上，不接触流体，所以是无压力损失、不干扰流速、能节约能源、并适用于大口径的流量计。因该流量计的造价基本上与被测管道的口径大小无关，所以口径愈大，优点愈显著，安装维修方便，不需要切断流体，不影响管道内流体的正常流通。

国内大型超声波流量计一般由电子组合和超声波换能器两部分组成。有夹装式和1-4声道混式两种类型，其直管段长度和精度为：单声道、夹装式、混式直管段大于20倍管径时精度为1.5%；双声道、混式直管段大于10倍管径时精度为1%；四声道、混式直管段大于5倍管径时精度为0.5%。

(4) 均速管流量计。均速管流量计是由笛型均速管、差压变速器、开方计算器和自动记录仪等组成，是适用于大口径管道测量流量的仪表。其主要部件为笛型均速管，它由壳体和正负导压管等组成，壳体的一侧开有4个（或8个） $\phi 8$ 孔径的感受孔，插入水管中接受迎来的流速。在壳体内部经自动平均后由正负导压管输出平均压差，经差压变送器转换为0~10mA直流电信号再输入开方计算器计算瞬时流量和累积流量，瞬时流量进行自动连续记录，其计算公式如下：

$$Q = V_w \frac{\pi}{4} D^2$$

$$V_w = C \sqrt{2g\Delta H}$$

式中 Q ——输水管流量；

V_w ——平均流速；

D ——输水管管径；

ΔH ——均速管的差压；

C ——流速系数（经实际测定进行标定采取0.62）。

均速管流量计是属于速度型的一种流量计，它是从毕托管流速计演变而来的，其优点是利用具有数理根据的科学开孔法，直接输出平均压差换算成水管断面上平均流速，从而得到水管的流量，并且具有结构简单、使用方便、造价低廉、可自行加工制造的特点。

1.1.2 水力仪表

(1) 压力表。压力表装在水泵的出水管上，指示水泵的出水压力，也称为出水扬程，压力表一般采用单圈弹簧管压力表，实

行法定计量单位后，压力表的计量单位改为兆帕（MPa），如扬程以米水柱计，1MPa 相当于 102m 水柱。图 1.1.2 所示为常用流量计与压力表。

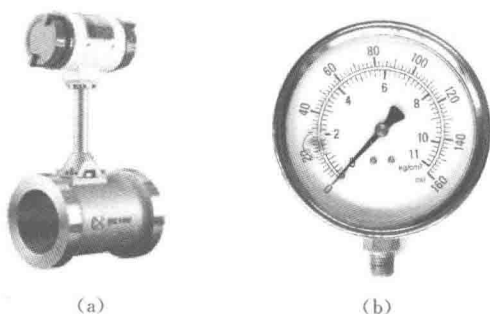


图 1.1.2 常用流量计与压力表

(a) 流量计；(b) 压力表

【例 1.1.1】 压力表读数为 0.5MPa，则其扬程为多少米水柱高？

解：如扬程以米水柱高度计，1MPa 相等于 102m 水柱。则其扬程为 51m 水柱高。

(2) 真空表。真空表装在水泵的吸水管上，指示水泵的吸水真空值也称为吸水扬程，真空表一般采用单圈弹簧管真空表，实行法定计量单位后，真空表的计量单位为兆帕（MPa），其最大真空值为 0.1013MPa，相当于 760mmHg 标准大气压，以米水柱计 1MPa 相当于 102m。

【例 1.1.2】 真空表读数为 0.06MP，则其最大真空值应为多少？

解：如扬程以米水柱高度计，1MPa 相等于 102m 水柱。则其最大真空值应为 $0.06 \times 102 = 6.12\text{m}$ 。相对压强为 -6.12m ，即比一个大气压低的值。

(3) 压力真空联成表。水泵安装在地下式或半地下式的泵房内，从清水池吸水，清水池的水位有时会高于水泵轴线以上产生

压力，因此在水泵吸水管上应装置压力真空联成表对正负压力都能指示，从而得到正确的计量。压力真空联成表的结构由压力和真空值两部分组成，0 位以上为压力部分，0 位以下为真空值部分，现计量单位一般为兆帕（MPa）。

1.1.3 电工仪表

详见《供水机电运行与维护》系列第 2 分册中 1.4。

1.2 电气施工图的图例与内容

1.2.1 常用电气施工图的图例

为了简化作图，国家有关标准制定部门和一些设计单位有针对性地常见的材料构件、施工方法等规定了一些固定的画法式样，有的还附有文字符号标注。表 1.2.1~表 1.2.5 是实际电气施工图常用的一些图例画法部分示例，根据它们可以方便地读懂电气施工图。

表 1.2.1 线路走向方式代号


序号	名称	图形符号	说明	序号	名称	图形符号	说明
1	向上配线		方向不得随意旋转	5	由上引来		
2	向下配线		宜注明箱、线编号及来龙去脉	6	由上引来向下配线		
3	垂直通过			7	由下引来向上配线		
4	由下引来						

表 1.2.2

灯具类型型号代号

序号	名称	图形符号	说明	序号	名称	图形符号	说明
1	灯		灯或信号灯 一般符号	7	吸顶灯		
2	投光灯			8	壁灯		
3	荧光灯		示例为 3 管 荧光灯	9	花灯		
4	应急灯		自带电源的事 故照明灯装置	10	弯灯		
5	气体放 电灯辅 助设		公用于与光源 不在一起的 辅助设施	11	安全灯		
6	球形灯			12	防爆灯		

表 1.2.3

照明开关在平面布置图上的图形符号

序号	名称	图形符号	说明	序号	名称	图形符号	说明
1	开关		开关一般 符号	5	单级拉 线开关		
2	单级 开关		分别表示明装、 暗装、密闭 (防水)、 防爆	6	单级双 控拉线 开关		
				7	双控 开关		
3	双级 开关		分别表示明装、 暗装、密闭 (防水)、防爆	8	带指示 灯开关		
				9	定时 开关		
4	三级 开关		分别表示明装、 暗装、密闭 (防水)、防爆	10	多拉 开关		