

城市供水行业等级工培训教材



朱澈 徐敬申 蒋瑞敏 何伟照 编

朱澈 主编

宋仁元 沈大年 张亚杰 主审

水泵运行工

中国建筑工业出版社

35

城市供水行业等级工培训教材

水 泵 运 行 工

朱澈 徐敬申 蒋瑞敏 何伟照 编

朱 澈 主编

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,全面介绍了水泵、水泵站及相关设备的运行、管理和维修技术,将基本理论知识融汇于实际的操作之中,强调实用性。本书是全国供水行业等级工培训教材,也可作为大中专院校师生和有关专业技术人员的技术参考书。

* * *

城市供水行业等级工培训教材

水泵运行工

朱澈 徐敬申 蒋瑞敏 何伟照 编

朱澈 主编

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: 11¹/₄ 字数: 258 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: 9.00元

ISBN 7-112-02454-4

G · 226 (7612) —

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)

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》、《水泵运行工》、《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》。

泵是把水或其它液体从低处扬升高处或者向远处输送的一种机械设备。水泵广泛应用于给水、排水、石油、化工等经济部门，尤其在城市给排水工程中，水泵和泵站更是其主要的组成部分之一。提高水泵操作管理人员的技术、业务水平，是水泵和泵站安全、经济运行的重要保证。

《水泵运行工》是按照建设部颁发的《城市供水行业工人技术等级标准》中、高级工应知应会内容进行编写的，并介绍一定的基础知识，着重实践经验的传授和操作人员解决实际问题能力的提高。可作为城市给水行业水泵运行中、高级工培训的教材，也可供其它行业水泵运行工参考。

本书由朱澈主编。第一章至第三章由徐敬申编写；第四章、第五章由蒋瑞敏编写；第六章至第十一章由何伟照编写。限于作者水平，错误之处，尚请读者指正。

在编写本书过程中，曾得到宋仁元、沈大年和张亚杰三位教授级高级工程师的多次指导和修改，借此一并致谢。

目 录

第一章 泵站	1
1-1 泵站的功能和分类	1
1-2 泵站和给水系统之间的关系	7
1-3 泵站主要设备的功能和基本要求	15
1-4 水泵运行工的地位与职责	25
第二章 水泵机组	29
2-1 水泵的定义及分类	29
2-2 离心泵的工作原理与基本构造	32
2-3 离心泵的主要零部件	35
2-4 离心泵的型号、符号及数字的意义	56
2-5 吸水性能与气蚀	58
2-6 水泵所配拖动设备	60
2-7 水泵机组的运行和操作	69
第三章 水泵机组的进出水设备	72
3-1 水泵进出水设备及其布置	72
3-2 阀门的种类及作用	76
3-3 单向阀的种类及作用	81
3-4 进出水设备常见故障及处理办法	85
第四章 电气设备	83
4-1 高低压变配电设备	88
4-2 继电保护	104
4-3 电气设备的运行和常见故障	115

4-4	电机常见故障及处理方法	120
第五章	电子技术	124
5-1	二极管的构造	124
5-2	二极管的外特性及其主要参数	127
5-3	二极管组成的整流电路	129
5-4	整流器应用的例子	140
5-5	三极管的工作原理	141
5-6	三极管的外特性及其主要参数	144
5-7	三极管的放大作用	147
5-8	三极管的开关作用	151
5-9	串联型的稳压电路分析	153
5-10	三极管的功率放大	156
5-11	晶闸管的基本原理	162
5-12	单相桥式可控电阻负载整流	164
5-13	具有电感负载的单相桥式可控整流	166
5-14	三相桥式全控整流	168
5-15	控制脉冲的产生	171
第六章	水泵引水设备	177
6-1	水泵引水设备的种类	177
6-2	真空泵引水的工作原理	178
6-3	真空引水设备常见故障与处理	183
第七章	仪表设备	185
7-1	出水计量仪表	185
7-2	水力仪表	190
7-3	电气仪表	192
第八章	水泵性能的测定和曲线绘制方法	194
8-1	水泵性能曲线	194

8-2	水泵性能的测定方法	200
8-3	绘制水泵性能曲线	206
第九章	机电设备维修规程	211
9-1	概述	211
9-2	一级保养规程	211
9-3	二级保养规程	219
9-4	三级保养规程	227
9-5	验收与检修记录	241
9-6	深井泵的检修和保养	249
第十章	运行管理	250
10-1	机泵等设备巡回检查的基本要求	250
10-2	机泵设备的经济合理运行	253
10-3	提高机泵设备效率节约能源的基本途径	255
10-4	生产计划的编制	259
10-5	水泵机组常见故障的原因判断及处理	263
第十一章	施工安装工程检查验收的基本知识	267
附录 I	常用设备与器材资料	269
1.	Z45T-10暗杆楔式闸阀	269
2.	Z445 T-10正齿轮转动暗杆楔式闸阀	271
3.	WZ545T-6、Z545T-10、WZ545T-10伞形齿轮传动 暗杆楔式单闸板闸阀	273
4.	Z941T-10电动楔式闸阀	275
5.	Z945T-6、Z945T-10电动暗杆楔式闸阀	277
6.	Z948T-10电动暗杆平行式双闸板闸阀	279
7.	螺杆、丝杠、螺母传动蝶阀	281
8.	摇杆传动蝶阀	284
9.	电动蝶阀	286

10. SZ型水环式真空泵	290
11. SZB型水环式真空泵	291
12. Y系列小型三相鼠笼式异步电动机	295
13. JO ₂ 系列三相鼠笼式异步电动机	306
14. JS系列(中型)三相鼠笼式异步电动机	315
15. JSL系列(中型)三相立式异步电动机	324
16. JSQ系列三相鼠笼型异步电动机	331
17. 旋启式单瓣止回阀	337
18. 旋启式多瓣止回阀	339
19. 法兰接口升降式底阀	341
20. HH44Z-10微阻缓闭止回阀	343
21. HH44T-10缓闭止回阀	343
22. 液压式缓冲止回蝶阀	345
23. 常用电动机索引	347
附录 I	353
1. 设备的外文名称	353
2. 法定单位与公制压力单位换算表	354
水泵运行工培训计划大纲	355

第一章 泵 站

1-1 泵站的功能和分类

在给水工程中,水泵站是给水设备的动力枢纽,水泵则是枢纽的心脏,是一种通用性很强的机械设备,广泛地用于国民经济的许多部门。不仅水厂中大量使用水泵,在电力、冶金、石油、化工以及其它部门,各种形式的泵也被广泛应用,而且泵站的规模和投资随着经济发展的需要越来越大,泵的种类和功能也越来越多。

在市政建设中,水泵站是城市给水、排水工程中的主要组成部分之一,它的运行正常与否将影响到水厂、污水处理厂和城市供水管网的服务供应以及抗洪排涝系统的正常工作。

例如,上海市于1987年7月初步建成投产的“黄浦江上游引水工程”(一期工程),总投资人民币十多亿元,投产后原水水质得到改善,自来水水质明显提高,它是上海有史以来受益面最广的一项基础设施工程。该工程日总引水量 $4.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。工程由三部分组成:全长69.3km的引水总渠;直径为3.0~3.5m的穿越黄浦江的三处过江钢管;以及总装机容量达59700kW的大型水泵35台,最大单机容量1600kW,单机出水量高达 $35000 \text{ m}^3/\text{h}$ 的大型取水泵站和四座增压泵站。并首次采用了国产1800HLWB-12大型立式混流泵提升原水。

又如天津的大型引水工程——“引滦入津”工程也是一

项大规模的跨流域的引水工程。该工程全长 234km，全年计划引水量十亿多立方米，全部工程中的四座大型泵站，分别采用了可调型大型轴流泵的高压离心泵把水提升。

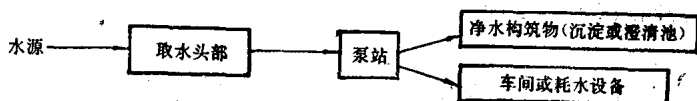
此外对于城市中排泄的生活污水和工业废水，经排水管道系统汇集后，也必须由排水泵站将它送至污水处理厂处理。至于农田灌溉、抗洪排涝等方面，水泵站也经常作为一个独立的重要构筑物来考虑，例如人所共知的江都排灌站，其泵站就占有很重要的地位。所有这些泵站一旦工作不正常，将会影响整个系统的正常生产及其效益的发挥，对工、农业生产、人民的生活及国民经济将会带来极大的影响。

另一方面，从经济的角度来看，在城市给水工程中泵站的基建投资费用有时虽在整个工程中所占比重不大，但是泵站的日常运行所消耗的动力费用占制水成本的40~50%或更多些。因此正确地进行泵站的工艺设计，合理地调度使用，使机组经常能在高效工况下运行，管理和维护好水泵及泵站对于保证安全供水、节约能源、降低成本、提高水厂的经济效益有着极其重要的意义。

泵站按其在给水系统中的功能大致可分为：一级泵站（也称进水泵站）、二级泵站（也称出水泵站）、增压泵站、冲洗水泵站、排污泵站（污泥泵站）、循环水泵站等。

1-1-1 一级泵站

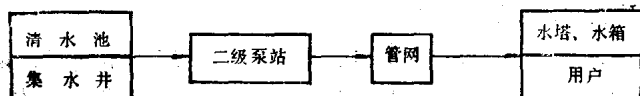
一级泵站的功能主要是把水源水抽吸上来转输至所需净水构筑物或车间的设备上，以供进一步处理或直接应用。其流程是：



一级泵站由于直接由水源取水,故又称浑水泵站、进水泵站或原水泵站,通常是和取水构筑物合建于江、湖岸边,也有取水头部设在水中。它的吸水条件由于河道水位、上游径流量的变化或因潮汐的变化而波动,因此,在许多场合通常使一级泵站埋深很大或与取水构筑物分建。如果施工条件恶劣还可能导致施工和运行管理上的困难和建筑费用的增大。

1-1-2 二级泵站

二级泵站的功能是把经过净化后流入清水池或集水井的清水,经抽吸和升压后通过出厂管网(干管)送出水厂输配至用户(支管)。其流程是:



二级泵站一般是输送清水,故又称清水泵站。由其流程可知二级泵站吸水条件比较简单,清水池或集水井中水位波动较小,因此一般水泵及其泵房埋深较浅,但其供水水压由于直接受到外界用户的影响,其输送的流量和扬程在一天中每小时的变化较频繁。为了适应外界用水量的多变性,二级泵站中水泵台数与规格要增多,造成泵站面积相应也要增大,管理也较复杂。特别在管网中如无调节构筑物、增压泵站、水库泵站的情况下,上述因素就更加突出,因此必须根据实际情况进行正确合理的工艺设计。要用最少的水泵台数合理组合成较多级数的供水水压与水量的级配运行方式,才能收到良好的效果。

1-1-3 增压泵站

增压泵站又称中途泵站,一般设于输水干线的中途,用来提高管网末端的水压与水量,或在某些地区需水量较大,

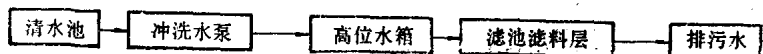
或有大型工厂、高层建筑群、水压要求较高时设置，以提高局部给水系统的压力，更有利于采用远距离低压输水，达到供水的经济合理性。其流程是：



增压泵站的选址合理与否，关系到输配水管网的合理运行。如果泵站配有水库或水库调节泵站，能调节高峰时管网供水量。配泵与增压泵略有不同，其配用泵的总扬程为原增压泵增加的扬程与出站扬程和进水之差的和，再加上出站扬程与水库水位之差，即原增压泵的进水扬程，这样才能与增压泵相匹配。具有综合性功能的增压—水库调节泵站，既能达到管网后一区域增高水压力的作用，又能起到将预置的水库水量向更远方向的管网转输，而起调节作用。例如上海市长桥水中山西路水库泵站和吴中路水库泵站等。

1-1-4. 冲洗水泵站

净水厂中快滤池在运行一段时间后（一般是12~24h），由于滤料层大量截留水体中的杂质颗粒，而不能继续进行正常过滤作用，必须进行滤池的反向冲洗以消除此种污物恢复滤池的过滤性能。这一反向冲洗工艺有用水泵直接进行的，也有采用较小的水泵向高水位水塔或高架水箱供水，待水箱充满后即可快速打开滤池冲洗阀门进行有效的反向冲洗。其流程是：

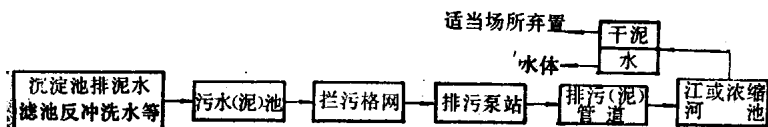


反冲洗水泵站属净水厂内主要附属设施，它们功能正常

与否决定了过滤池能否正常生产，因此此类泵站大部分都设有一些自动开停机泵等的控制系统以确保正常生产。

1-1-5 排污泵站

排污泵站在一般净水厂中使用并不普遍，但在某些特殊情况下确实占有相当重要的地位。诸如厂区处于低洼地带或工艺流程布置得较低时，沉淀池排泥、快滤池反冲洗排污水等无法靠重力进行排放，就不得不通过排污泵站提升后才能排入附近江河或污泥浓缩池。其工艺流程：



排污泵站的工艺特点是：要有足够容积的前池，太小要溢流或断水，太大土建投资费用增大，因此根据设备运行特点，如何配置前池与选泵是泵站合理设计与经济运行的关键。水厂常用的排污泵一般以离心污水泵、混流泵及轴流泵居多。螺旋泵也有其独特的长处，但国内目前产品还不够成熟，系列不足，故应用得较少。

在泵站中为了保证水泵具有良好的吸水条件且便于水泵的启动，最好采用自灌式水泵。其使用方法是把水泵的顶标高低于吸水井（池）内的最低运行水位，以便随时启动。因此泵站型式有自灌式与非自灌式之分。

按机泵设置的位置与地面的相对标高关系，泵站可分为地面式泵站、半地下式泵站和地下式泵站等。

按操作条件泵站可分为人工手动控制泵站、半自动化泵站以及全自动化泵站和遥控泵站等。半自动化泵站又称一步

给 水 泵 房 分 类

表 1-1

分类方式	名 称	特 点
一、按泵房在 给水系统 中的作用	(1) 水源井泵 房	(1) 为地下水的水源泵房 (2) 包括管 (深) 井泵房、大口井泵 房、集水井泵房 (当井群采取虹吸集水 时)
	(2) 取 水 泵 房: 又 称 进 水 泵 房, 一级泵房、水分建 源泵房	(1) 为地面水的水源泵房 (2) 可与进水管、出水闸门井合建或 分建
	(3) 供 水 泵 房: 又称送水泵房 二级泵房、清水泵 房等	一般是指净水厂或配水厂内直接将水送 入管网的泵房
	(4) 加 压 泵 房: 又称 增 压 泵 房、中途泵房	(1) 是指设于输水管道或配水管 网 上 直接从管道抽水进行加压的泵房 (2) 包括输水管道较长时、中途 进 行 增压的泵房以及从管网抽水向边远或高区 供水的加压泵房
	(5) 调 节 泵 房: 又称水库泵房	(1) 是指建有调节水池的泵房, 可 增 加管网高峰用水时的供水量 (2) 调节泵房内可仅设一套调节水泵, 亦可设有两套水泵, 一套从管网抽水增压 的加压水泵; 另一套从调节水池抽水的调 节水泵 (3) 调节泵房通常根据外管压 力, 或 中 心调度室指令运行
二、按水泵类型	(1) 卧式泵泵房 (2) 立式泵泵房 (3) 深井泵房	

续表

分类方式	名 称	特 点
三、按泵房外形	(1)矩形泵房 (2)圆形泵房 (3)半圆形泵房	
四、按水泵层设置位置	(1)地面式 (2)半地下式 (3)地下式 (4)水下式	

化泵站，操作人员只需要按下起动或停止按钮，其全部动作都能按顺序自动进行。全自动化泵站的一切操作均在远离泵站的中央控制室或集控室内进行。

泵房按其在给水系统中的作用，采用的泵型以及它的布置形式等可作如表1-1的分类。

1-2 泵站和给水系统之间的关系

在城市供水企业中，动力消耗约占制水成本的40%以上，其中极大部分动力均消耗于电动水泵上，可见水泵在供水企业中的重要地位。从某种意义上来讲，给水厂内除了为特定目的而设的净水处理设备外，对整个生产流水线可理解为由各种不同功能的泵站有机组合。因此如何合理设计、布置、运行和维护好这些泵站是水厂技术工作中的一个重要环节。下面就各种不同功能的泵站在给水系统中的作用作进一步的阐明。

1-2-1 一级泵站

一级泵站是水厂向江河湖海吸取水的主要设施。没有一级泵站的正常取水，不断向净水构筑物或车间的设备上送水，

生产就无法进行。一级泵站是净水厂的“头部”或“咽喉”，其重要性还由于它所处的特殊位置，给建筑形式、运行与维护带来较多的特殊要求。

一、位置选择

作为一个取水泵站，它的取水口的选择首先必须在保证水质的前提下，尽量靠近水源。而所在地河流的水位变幅（最高水位与最低水位之差）在很大程度上又制约着取水口的形式，只有经过科学、合理的选择，取水口构筑物与泵站的安全供水才能有保证。

二、取水构筑物的形式

1. 岸边式：它有与泵站合建和分建两种。
2. 河床式：有自流管取水、虹吸管取水、桥墩式取水、水泵吸水管直接吸水以及淹没式泵房取水等多种形式。
3. 斗槽式取水：通过斗槽可较有利地拦集源水于泵站头部，再配泵站吸水。
4. 底栏栅式取水；
5. 固定式、活动式低坝取水或坝库取水再配装所需水泵取水；
6. 活动式：用浮船泵站、缆车泵站等形式，组成随水位涨落的活动式取水。

三、运行管理上的困难

由于取水口所设位置与取水形式的不同会给泵站的运行管理带来一些困难。在河流落差较大时水泵经常处于较大的正水头引水或较大的负水头引水状态，这时启动或运行水泵，就会使取水、引水的管线较长，给在正水头工作状态下启动或运行的水泵带来麻烦；而当落潮或低潮时由于所需吸引水头落差较大，引水管线长，这样就需要较长的真空引水时间。

其对策是增大真空泵单机容量以满足常规所需最大允许引水时间5min的要求。如沿线引水管道接口养护不当或稍有漏气等都将给引水泵引水的正常运行带来困难,甚至无法启动。在枯水位或断水情况下,有时还会由于所选泵型在较大吸水头时其允许吸上真空高度 H ,或允许汽蚀余量 Δh 接近临界值、或泵流量有所变化时,往往给开泵或持续运行带来困难。

四、河流的涨落潮会使水质变化较大

要取得较好的水,运行人员须根据季节、潮汐与水质等情况,并结合总调度的要求,适当控制进水泵站的启停以调节水质与水量。

五、潮汐河流

如水源污染且漂浮物较多时,取水口设置的格栅和格网往往容易被阻塞,给泵站水泵的安全运行带来威胁。当格网阻塞严重时,过网水头损失很大,引水和集水井内水位明显低于河流的正常水位,因而增大了动力消耗、降低了进水量,严重时会导致水泵吸水困难,甚至断水。为此泵站运行人员对上述情况必须有所了解,做到合理运行、调度。

六、一级泵站泵房深度较大

当河流落差较大、采用合建式泵房时,泵房深度较大,往往给泵房内通风、采光、设备吊运等造成困难。若水源地离供水对象、净水厂车间或用水设备相距较远,或送水扬程很高时,须防止水锤的发生及高位受水设备的水倒回等情况。这要求运行人员正确、合理地操作开停机泵。

七、投药点的考虑

水厂净水工艺过程中投加净水药剂,须考虑用管道混合或利用一级泵站进行混合,要求药液加注在一级泵站加压前或加压后的管道中进行。在设备规模较小时,投加操作与管