

泵 手 册

第 三 分 册

泵 的 应 用

〔美〕 I. J. 卡拉西克等编著

机 械 工 业 出 版 社

泵 手 册

第 三 分 册

泵的应用

〔美〕 I. J. 卡拉西克等编著

王巨明 徐行健 译

王振华 徐谄浩 校

机械工业出版社

本手册共分三分册出版。第一分册为泵的理论、性能、结构、使用和试验；第二分册为泵的原动机、传动装置和监控仪表。本书为第三分册，详细阐述泵在供水、污水、排灌、电厂、石油、化工、食品、造纸、矿山、建筑、船舶、核能、炼钢、水压机、机床、冷冻、空调、计量、蓄能……到固体物的水力输送等二十一个部门的应用问题；另辟专章叙述与泵相关的进水池和吸入管路的设计问题；最后介绍了泵的选择、采购、安装、使用和维修。本书取材宽博、立论明确、论述极为详备，附有丰富的图表资料。可供从事泵设计、制造、使用、试验、维修的人员参考，亦可作为与泵有关专业的教学参考书。

本书第十二章1~7节由徐行健翻译，其余章节由王巨明翻译；王振华、徐诒浩校订，全书由吴达人总校。

Pump Handbook

IGOR J. KARASSIK

WILLIAM C. KRUTZSCH

WARREN H. FRASER

JOSEPH P. MESSINA

MCGRAW HILL BOOK COMPANY

1976

* * *

泵 手 册

第三分册

泵的应用

〔美〕I. J. 卡拉西克等 编著

王巨明 徐行健 译

王振华 徐诒浩 校

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

成都印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168¹/₃₂·印张16¹/₄·字数431千字

1984年9月成都第一版，1984年9月成都第一次印刷

印数 00,001—13,200·定价 2.40元

*

科技新书目：74—110

统一书号：15033·5617

译者序

泵的应用很广。目前世界上泵的产量仅次于电机，所消耗的电量大约为总发电量的四分之一。随着科学技术的发展，泵的应用范围不断扩大。除农田排灌、城市给水、热电厂、石油炼厂、油田、输油管线、化工厂、钢铁厂、采矿和造船工业等部门都要使用各种类型的泵外，在原子能发电、舰艇喷水推进、液体火箭燃料供给等方面亦得到重要的应用。可以说凡是使液体流动之处，就有泵在工作。泵抽送的介质除水外，还有油、酸、碱类……，直到低温液化气体和高温熔融金属等。而且，目前已成功地用泵对固体如煤等进行长距离输送。毫无疑问，泵在实现我国四个现代化的进程中，必将起十分重要的作用。

为了学习外国先进技术，促进我国泵制造业更迅速地发展，甘肃工业大学、沈阳水泵研究所、机械工业部通用机械研究所等单位的八位同志，将美国1976年出版的《泵手册》一书全文译出，供从事泵设计、使用、试验的人员参考。

本手册是最近国外的几本泵手册中比较好的一本。其主要特点是内容相当丰富，虽属使用性的手册，但对泵的理论、设计、试验等问题也作了比较系统的叙述；虽以离心泵为主，但对往复泵、螺杆泵、转子泵、射流泵等也作了较详细的介绍。书中有不少内容是其它有关书籍很少或未曾提到的，因此，这本手册是目前世界上关于泵的内容最全的综合性著作。但是，由于原书由二十六名作者编写，所以内容显得庞杂。

因为原书篇幅较长，为便于侧重面不同的读者使用，我们对原书章节的次序作了适当的变动，分三个分册出版。第一分册（泵的理论、性能、结构、使用、试验），由原书第一、二、三、四、五、九、十四章以及技术资料组成，主要讲述泵的理论（包括设

计)、性能、结构、材料、运转特性和试验。第二分册(泵的原动机、传动装置和监控仪表),由原书第六、七、八章组成,主要讲述泵用的各种原动机、传动装置、阀门和仪表。第三分册(泵的应用),由原书第十、十一、十二和十三章组成,主要讲述泵在各方面的应用以及泵的安装和维护问题。

原书所用的单位制未作改变,本书正文前特列有单位换算表,可供读者使用。

由于我们的水平有限,译文中难免有不少的缺点和错误,敬请读者批评指正。

英制、米制单位换算表

	中文符号	换算关系
长度		
ft	英尺	$1\text{ft} = 0.3048\text{m}$
in	英寸	$1\text{in} = 0.0254\text{m}$
yd	码	$1\text{yd} = 0.9144\text{m}$
面积		
ft^2	英尺 ²	$1\text{ft}^2 = 0.0929\text{m}^2$
in^2	英寸 ²	$1\text{in}^2 = 6.4516 \times 10^{-4}\text{m}^2$
yd^2	码 ²	$1\text{yd}^2 = 0.8361\text{m}^2$
体积		
ft^3	英尺 ³	$1\text{ft}^3 = 0.0283\text{m}^3$
in^3	英寸 ³	$1\text{in}^3 = 1.6387 \times 10^{-6}\text{m}^3$
yd^3	码 ³	$1\text{yd}^3 = 0.7646\text{m}^3$
imp·gal	英加仑	$1\text{imp}\cdot\text{gal} = 0.0045\text{m}^3$
U.S.gal	美加仑	$1\text{U.S.gal} = 0.0038\text{m}^3$
质量		
lb	磅	$1\text{lb} = 0.4536\text{kg}$
tn	英吨	$1\text{tn} = 1016.05\text{kg}$
Shtn	美吨	$1\text{Shtn} = 907.19\text{kg}$
密度		
lb/in^3	磅/英寸 ³	$1\text{lb}/\text{in}^3 = 27680\text{kg}/\text{m}^3$
lb/ft^3	磅/英尺 ³	$1\text{lb}/\text{ft}^3 = 16.02\text{kg}/\text{m}^3$
速度		
ft/min	英尺/分	$1\text{ft}/\text{min} = 0.3048\text{m}/\text{min}$
ft/s	英尺/秒	$1\text{ft}/\text{s} = 0.3048\text{m}/\text{s}$
力		

V

dyn	达因	$1 \text{ dyn} = 1.02 \times 10^{-8} \text{ kgf}$ $= 10^{-5} \text{ N}$
lb(f)	磅(力)	$1 \text{ lb(f)} = 0.4536 \text{ kgf}$ $= 4.448 \text{ N}$
力矩和转矩		
dyn·cm	达因·厘米	$1 \text{ dyn} \cdot \text{cm} = 1.020 \times 10^{-8} \text{ kgf} \cdot \text{m}$ $= 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$
lb(f)·ft	磅(力)·英尺	$1 \text{ lb(f)} \cdot \text{ft} = 0.1383 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ $= 1.356 \text{ N} \cdot \text{m}$
压力和应力		
lb(f)/ft ²	磅(力)/英尺 ²	$1 \text{ lb(f)}/\text{ft}^2 = 4.882 \times 10^{-6}$ kgf/mm^2 $= 47.88 \text{ N}/\text{m}^2$
lb(f)/in ²	磅(力)/英寸 ²	$1 \text{ lb(f)}/\text{in}^2 = 7.03 \times 10^{-4}$ kgf/mm^2 $= 0.06895 \text{ bar}$
功率		
HP	英制马力	$1 \text{ HP} = 76.04 \text{ kgf} \cdot \text{m}/\text{s}$ $= 7.457 \times 10^9 \text{ erg}/\text{s}$ $= 0.7457 \text{ kW}$
运动粘度		
yd ² /s	码 ² /秒	$1 \text{ yd}^2/\text{s} = 8.36 \times 10^3 \text{ St}$
ft ² /s	英尺 ² /秒	$1 \text{ ft}^2/\text{s} = 929 \text{ St}$
ft ² /h	英尺 ² /时	$1 \text{ ft}^2/\text{h} = 0.258 \text{ St}$
动力粘度		
lb(f)·s/ft ²	磅(力)·秒/英尺 ²	$1 \text{ lb(f)} \cdot \text{s}/\text{ft}^2 = 13.3 \times 10^{-8}$ $\text{N} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ $= 1.356 \times 10^{-3} \text{ kgf} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ $= 47.88 \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$

目 次

第十二章 各种泵的用途	1
第一节 供水泵	1
第二节 污水泵	30
第三节 排灌泵	55
第四节 消防泵	72
第五节 热电站用泵	79
第六节 化学工业用泵	104
第七节 石油工业用泵	128
第八节 纸浆厂和造纸厂用泵	151
第九节 食品和饮料用泵	175
第十节 矿山用泵	180
第十一节 建筑用泵	192
第十二节 船用泵	200
第十三节 钢厂用泵	221
第十四节 液压机用泵	241
第十五节 液压伺服系统用泵	252
第十六节 机床用泵	265
第十七节 致冷、采暖和空调用泵	272
第十八节 蓄能泵	284
第十九节 核能用泵	303
第二十节 计量泵	314
第二十一节 (一) 固液混合物水力输送装置	319
第二十一节 (二) 固液混合物输送泵的结构	339
第十三章 进水口和吸入管	353
第十四章 泵的选购	379
第十五章 安装、运转和维护	424
名词对照表	455
附录 本书与原书章节对照表	513

第十二章 各种泵的用途

第一节 供水泵

F.G.小霍尼卡脱

D.E.克洛普顿

水源

地表水 地表水的供应源可取自溪流、河川、天然的湖泊和人造水库。通过计量降雨情况、径流量、蒸发速率和沉降速率等当地条件的影响以及其他水文因素在内的出水量的调查研究，可以相当准确地确定从某一地表水源取得的水量。地表水源的开发通常需要使用泵将原生水以水源输送到水处理装置，并且为水处理装置正常的水力作业提供必要的水头。由于所需要的排出扬程比较低，所以用于此目的的泵属于低扬程泵。

对于低扬程的使用情况，某种特定型式的泵的选用取决于进水口的条件。由于不同深度下的地表水源在温度、含细菌数和混浊度方面有着显著的差别。而且，由于水位可能有很大的波动，所以，必须提供在几种标高下都能取上水的某种型式的进水口结构。装有拦污栅和滤水网的复式进水口就有这样的能力，这种进水口还能防止会堵塞或破坏低扬程泵的鱼类或碎石进入。进水口结构的设计和位置，影响到在低扬程使用条件下选用卧式泵还是选用立式泵的问题。

地下水 在美国的许多地区，降雨量和径流量稀少，大部分供水都取自地下水源。当雨水通过土壤渗透到地下达到饱和区域时，就形成了地下水位。地下水饱和区域的深度由土壤性质和地表下层的条件来决定。

利用井或者泉眼，可以将地下水开发为供水水源。浅井一般利用地下水位作为水源，而深井则利用保持在透水的地表下的地层（含水地层）中的水。深井提供的水量一般比浅井提供的更为稳定，而且更丰富。

当含水地层在某一地表标高处的露头大大高出井位处的地面标高时，就可以开发成自流井。因为含水地层是受压的，所以不需要用泵抽送，水就可从井中流出。如果断裂层由含水地层伸展到地面，则可能出现天然的自流井。

地下水位在地球表面露头的地方即可出现泉眼。但是，从泉眼取得的供水量很少能大到足以供应一到二个以上的自耕农场。因此，泉水对于供应村镇用水来说通常没有太大的意义。地表的溪流也可以由地下水位供水形成，反之，溪流也可以形成地下水位。图1表示了上述各种不同的情况。

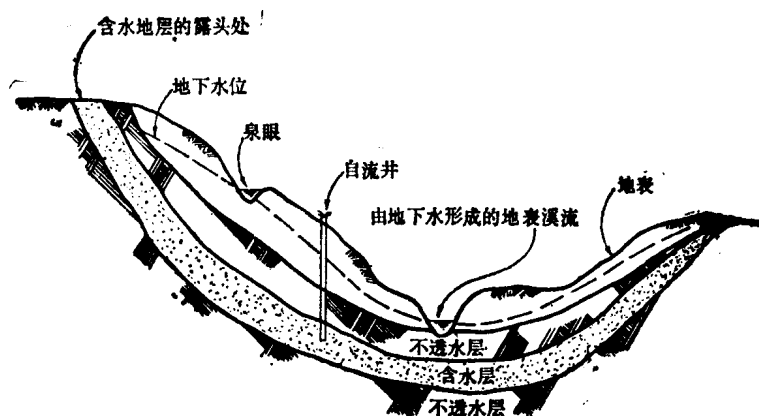


图1 开发地下水源用的地表下层情况

一般用立式长轴多级深井泵或潜水泵将井水抽送到水处理地点，或送入配水系统。选用哪一种泵取决于经济性。一般来说，在井的深度超过500英尺时，潜水泵在经济上可与长轴深井泵相竞争。对于深度比较浅的井，则几乎全部使用长轴深井泵。

水源对水质的影响 虽然从地下水源和地表水源取得的水的

水质由于当地的气候条件、水文条件和地质条件的不同而有很大的变化,但是在地下水和地表水之间却可以做一些一般性的比较。与地下水源相比,地表水一般含有较多的细菌、藻类和悬浮固体。这种情况就需要特殊的水处理工艺,以消除所形成的混浊、色泽、气味和怪味。

地下水通常几乎不含有细菌,在某些情况下不经化学处理对家庭用水来说也是足够清洁的,但是,地下水经常含有大量溶解的无机物。根据无机物的种类,所供的地下水可能呈现下列特性:水的硬度很大、有毒、有色泽、有气味或者有怪味。为了消除这些讨厌的特性可能要求进行特殊的处理工艺,诸如:曝气、石灰软化处理和消毒。

水的利用

水按用途分类 历史表明,人口的大量集中总是发生在水的供应很容易获得的地方。于是,尽量利用现有供水的技术就得到了发展,这些供水不仅可供家庭之用,而且还可满足公共场所,商业、工业和农业方面的耗水需要。

家庭用水 家庭用水包括用于家务方面的水,例如:洗澡、沐浴、烹调以及草地浇水。家庭用水的水量随消费者的生活标准和水质是否使用计量装置以及其他因素而有所不同。家庭用水的消耗量通常在每人每天50~60加仑的范围内。

公共场所用水 公共场所用水包括用于下列用途的水:街道清洗、公园用水和公共建筑物的供水。公共场所用水的消耗量通常约为每人每天10~15加仑。

商业用水 商业用水根据供水区域内商店和仓库的数目和规模的不同而异。曾经试图以楼面面积每平方英尺每天消耗的加仑数为基础来规定商业用水的消耗量。但是,在商业设施中进行的业务性质是各种各样的。所以,必须在对各个公司进行透彻研究的基础上才能对商业用水的特殊需水量作出准确的规定。

工业用水 在设计供水系统、水处理系统和配水系统时,工

业用水是起主要作用的。在工业化程度很高的地区内，工业用水可占总耗水量的30%以上。

农业用水 农业用水包括灌溉用水和家畜用水。在很多地区，灌溉用水在系统设计中并不是一个因素。但是，在农作物很大程度上依靠灌溉用水的半干旱地区，却必须考虑这种灌溉用水的需要量，而且必须对此作透彻的分析。

水的消耗量 在为供水计划设计和选择输送设备时，确定需要的水量是必要的步骤。预测人口的增长和估计未来的用水是设计城市和市区供水系统的基础。

耗水率通常用平均年用水量表示，单位为每人每天的加仑数(gpcd)。全国的实际平均用水量通常在120~200gpcd之间。在大城市地区，设计时通常取平均值为175gpcd。

需水量和每日的波动量 供水系统在需水量方面须经得起大幅度的波动。耗水率每季、每月、每日、每时都是变化的，在设计时必须根据过去的实践记录来确定在某些耗水率之间的合理可靠的关系。下面将列出和说明在系统设计中起决定性作用的用水率和“需水率”：

1. **平均每天需水量** 平均每天需水量可用每人每天加仑数(gpcd)或每天百万加仑数(mgd)表示。每人每天加仑数表示在一个日历年度期间内所用水的总加仑数除以365天与该日历年度内供水的平均人数的乘积。每天百万加仑数代表用百万加仑数表示的年度总用水量被365天除。通常，用平均的每天需水量(率)作为衡量所有其他需水量(率)的尺度。

2. **最大月需水量** 最大月需水量是耗水量最大的月份中平均每天的用水量，用百万加仑表示的月总用水量被该月份的天数除，即可得出该值。

3. **最大每天需水量** 最大每天需水量是在一年中消耗水最多的一天中的总用水量。经验表明，这一需水率发生在一年中连续的3~5天内。

4. **最大每小时需水量** 最大每小时需水量是需水量最大的

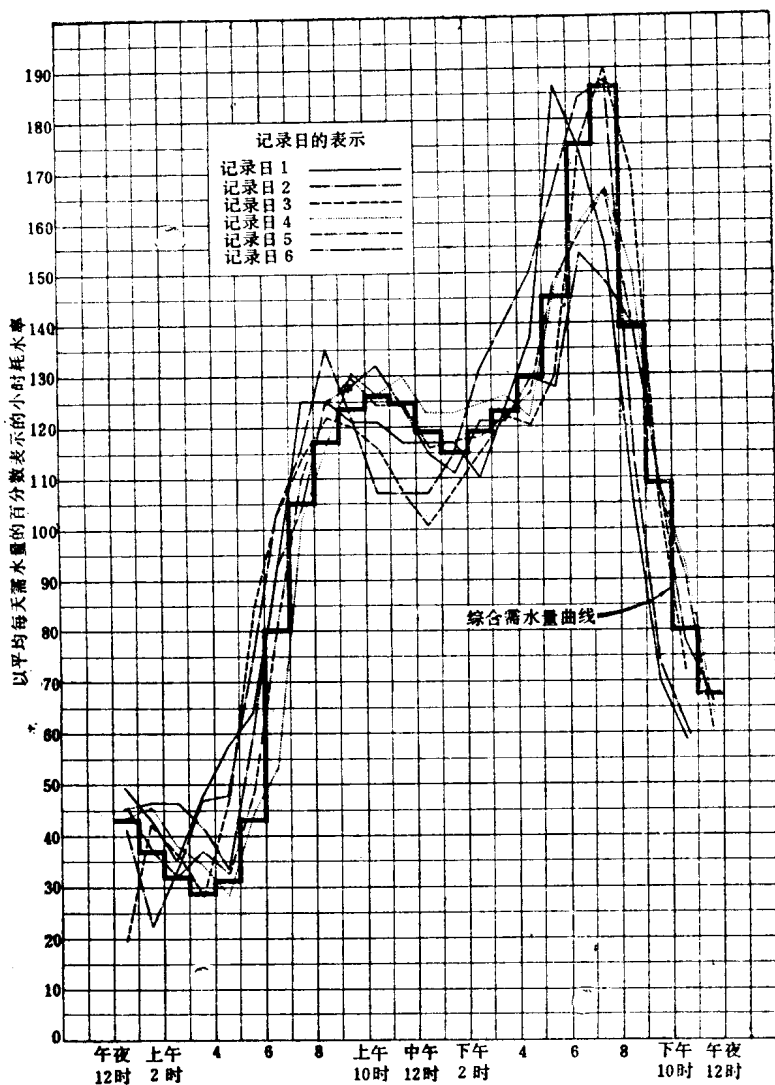


图2 美国得克萨斯州达拉斯市每小时耗水量的百分比，图中示出了所记录的最大每天需水量几天内的变化情况，并表明了作为系统设计基础的综合需水量曲线

一天中最高峰用水的一小时内的用水率。这个需水率通常用来对配水系统和最高峰输送量确定最大的设计送水率。

要记录24小时内每小时耗水量的变化情况并不是一件简单的工作，它涉及到需要每小时同步地读出所有泵的排出流量和贮水池水位，并且由这些数据计算出每小时的实际耗水率。以美国达拉斯市公共用水公司（City of Dallas Water Utilities）为例，在调查中就作了这种每小时耗水率的记录，如图2所示。图2所示的结果可以用来确定系统的设计参数。

以耗水率作为设计的基础 对于正常的供水和配水系统来说，“需水率”已在前面作了规定和说明。在将需水量的变化以平均每天需水量的比值表示时，必须将这种需水量的变化看作供水系统的设计基础。

图3用图解说明了作为很多供水系统需水率特性的关系。它也可以用作确定供水设计时用的百分比：

最大每月耗水率 = $155\% \times$ 平均每天用水量；

最大每天耗水率 = $186\% \times$ 平均每天用水量；

最大每小时耗水率 = $343\% \times$ 平均每天用水量；

设计需水率也可以用每人每天的耗水量表示如下；

平均每天需水量 = 175gpcd

最大每月需水量 = 270gpcd

最大每天需水量 = 325gpcd

最大每小时需水量 = 600gpcd

上述需水率是在美国西南地区求得的需水量的指标，在其他地区将有所变化。但是，所揭示的数值是合理的，而且有助于其他设计人员确定本地区的准则。尤其重要的是这些数值指出，为此而必须选择的设备所应满足的输送流量范围是很宽广的。

评价输送时间用的变数 大多数供水系统要求泵整年连续运行。为了确定运行成本和对设备作出评价，经常需要作调查研究工作。因此，在各种不同的输送系统设计问题中，每天的输送时间也可以用平均每天需水量的百分数表示。以美国西南部的不同规

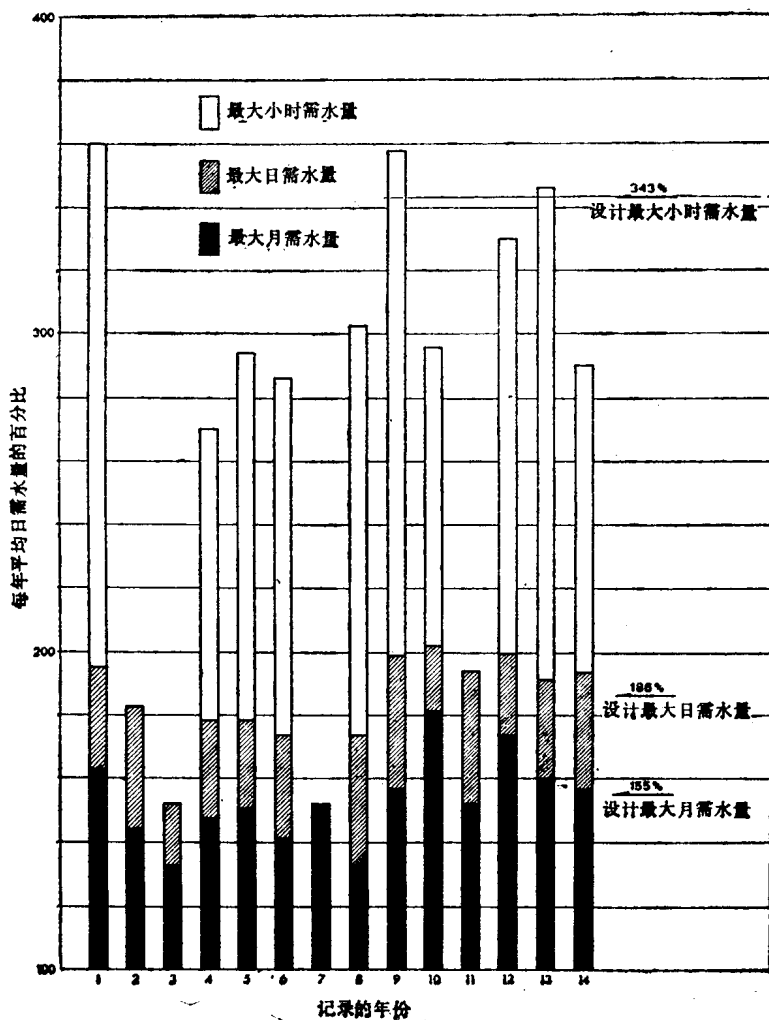


图3 平均每天需水率以百分数表示（最大每月需水量、最大每天需水量和最大每小时需水量）的比较图（按统计年份）

模的市营水厂所作的调查研究工作为基础，每年总输水量的变化情况近似地如表 1 所示。

表 1 以平均每天需水率的百分数表示的每年输送天数

11天	平均需水量的 190%
14天	平均需水量的 185%
12天	平均需水量的 180%
11天	平均需水量的 165%
13天	平均需水量的 155%
17天	平均需水量的 145%
12天	平均需水量的 135%
27天	平均需水量的 115%
95天	平均需水量的 85%
64天	平均需水量的 75%
89天	平均需水量的 65%

总天数365天

泵 站

输送的流量 必须在对所提出的系统作出全面分析的基础上确定各个泵站所需要的流量。必须考虑下列诸因素：计划的平均每天需水量、最大每天需水量、现有水源的安全出水量和泵站在整个系统工作中的作用。

精确地预测将来的需水量，经常可为泵站确定设计准则，泵站应该能够在很多年内对供水地区供水。通常的作法是：根据25年或更长时间内预期的需水量来确定泵站的规模，而初期安装的输水装置只要能满足5~10年内的输送流量的要求即可，至于将来的需水量，可以简单地用添装泵机组的方法来增加流量。

输送流量可能会受到原生水源出水量的限制，因此，有时希望选择泵的大小恰好能排送水源的安全出水量。但是，更经常的做法是：在短时期内使水源的供水量大大超支，而在需水量较小的较长时间内让水源得以重新充满。在这种情况下，根据预期的高峰需水量的大小和这一需水量必须满足的持续时间的长短，输送流量可以超过水源安全出水量的200%以上。

泵站在整个运行系统中的作用也能影响所需输送流量的确定。有时,切实可行的办法是在处理装置附近建置一个均衡蓄水池,使水源能提供不变的输送流量。均衡蓄水池必须有足够大的容量,以便根据所处理的需水量在流量变化时放出水而不致发生溢流或排空现象。由于根据固定不变的输入水量来决定均衡蓄水池的大小,所以,引自水源的输送管路不需要输送高峰流量,因此,输送管路的管径可选得最小。当减小输送管路管径而节省的价值,超过建置均衡蓄水池和从均衡蓄水池到水处理设备的短距离间的流量可调的泵送设备和输送设备的费用时,这种运行方式在经济上是可行的。因此,当供水源距水处理地点的距离较远时,希望采用这种运行方案。

泵型的选择 泵站和进水口建筑物的位置和构形以及预定的扬程和流量,均是影响选择某种特定型式的泵结构的主要因素。如果泵站和进水口建筑物必须设在地表的水库内,则必然要选择将扬水管伸入到吸水井中去的立式透平泵(深井泵)。

但是,在很多情况下,泵站位于水坝的下游,用吸入管路与进水口建筑物连接起来。在这种情况下,选用卧式离心泵是更为合理的。在自来水厂中常采用水平中开式的卧式离心泵,因为这种泵不需要拆卸吸入和排出管路就可以卸下旋转零件。在可能时应考虑选用底吸式泵以代替侧吸式泵,因为底吸式泵在泵站地面上所占的面积比较小。

水源对选择泵材料的影响 虽然在选择泵的材料时涉及到很多使用条件,但是与供水源有关的主要因素则是碱度和磨蚀性。原生水水源的碱度(或酸度)用原生水的pH值表示。在一般情况下,pH值超过8.5或者低于6时,就不能使用标准的配装部分青铜零件的泵(铸铁泵体、钢轴、青铜叶轮、青铜密封环和轴套)。pH值高的水通常来自地下水源,在这种情况下,规定使用全部铸铁零件的泵或配装部分不锈钢零件的泵。

由于地表水源中的砂粒或其他悬浮物引起的磨蚀性,就要求选用不锈钢或镍铸铁的泵体;铸铁、镍铸铁或铬钢的叶轮以及不