

XIANDAI GONGSHUI BENNZHAN GONGCHENG JISHU

现代供水泵站 工程技术

■ 吴建华 程国旗 吴翔飞 李爱云 编著



黄河水利出版社

现代供水泵站工程技术

吴建华 程国旗 吴翔飞 李爱云 编著



黄河水利出版社
· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书共分三大部分,第一部分为供水泵站基础知识,第二部分为供水泵站基础知识参考答案,第三部分为供水工程常见问答题集合。

本书可供从事泵站工程建设管理及运行的技术人员,以及有关院校农业水利、水利水电、城市给水排水等专业的研究人员、博士研究生及硕士研究生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代供水泵站工程技术/吴建华等编著. —郑州:黄河水利出版社,2016.8

ISBN 978-7-5509-1526-8

I. ①现… II. ①吴… III. ①给水排水泵-泵站-工程技术 IV. ①TU991.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 196260 号

组稿编辑:李洪良 电话:0371-66026352 E-mail:hongliang0013@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南承创印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:8.5

字数:200 千字

版次:2016 年 8 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2016 年 8 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

前 言

能源是发展国民经济,提高人类生活水平的重要物质基础。城镇供水、农业用水泵站工程的发展每年都要消耗大量的能源,例如机电排灌年耗能占全国总用电量的 5%,农业用电量的 44%,农用柴油量的 25%。据统计,排灌机械能耗高,浪费的能源占能源投入量的 25%,按此推算,目前我国机电排灌年节能潜力为 24 亿~30 亿 kWh。泵站工程是提水排水或补给水源的水利工程,在水资源调配、跨流域引水、城市及工农业供水等方面举足轻重。截至 2015 年年底,全国拥有大、中、小型固定供水泵站工程近 50 万处,未来 10~15 年是我国全面建设节水型社会的关键时期,随着国民经济快速发展及对水资源需求的增加,水资源紧张局势不断加剧,开发建设大规模、高扬程供水工程已经成为不争的现实。因此,供水系统的合理规划、设计及经济运行,努力提高供水系统的工程效益和经济效益,更好地为国民经济服务,已成为供水泵站工程在规划设计、施工安装、运行管理等方面的重要课题。

全书分三大部分,第一部分为供水泵站基础知识,第二部分为供水泵站基础知识参考答案,第三部分为供水工程常见问答题集合。本书提出的基本原理浅显,算法简单,不需要非常高深的数学知识,短期的培训就能很快地掌握应用。编写本书的时候,我们把读者对象定为广大的机电排灌的设计和管理人员。

本书中部分引用了我国泵站工程有关科研单位、高等院校及设计单位的科研成果,作者在此一并致谢!还要感谢关心和支持本书出版的太原理工大学水利学院的朋友们!

全书共三大部分,太原理工大学吴建华教授主审了全部内容,并完成了二万字的编写工作量,山西省漳河水利工程建设管理局程国旗高级工程师完成了六万字的编写工作量,山西省水利水电勘测设计研究院吴翔飞高级工程师完成了六万字的编写工作量,太原理工大学李爱云老师完成六万字的编写工作量,全书由吴建华教授统一定稿。

本书提供的全部计算例题,均在 IBM-PC 机上调试通过,若需要可提供软盘(含必要的运行环境),以便自学参考。

本书如能在我国泵站工程推广节能技术的今天,成为一块铺路之石或能够抛砖引玉,这将是本人最大的愿望。由于泵站工程集机、泵、管、传、池、电为一体,涉及水力机械、电气设备、农田水利、城市给水排水等方面,涵盖的范围及内容相当广泛,受作者知识的局限性,书中错误和遗漏之处在所难免,欢迎广大读者提出批评和建议,也可以提供你们在实际运行中的经验,以便共同学习和提高。

本书的出版得到 2016 年国家自然科学基金、2016 年山西省国际合作项目和山西省水利科学技术 2014 年及 2015 年项目计划的资助。

作 者
2016 年 6 月

目 录

前 言

第一部分 供水泵站基础知识

第一章	叶片泵基础知识	(1)
第二章	叶片泵理论	(6)
第三章	叶片泵工况的确定	(11)
第四章	叶片泵工作状况的调节	(14)
第五章	叶片泵汽蚀及安装高程的确定	(16)
第六章	水泵的选型与配套	(20)
第七章	泵站进出水建筑物	(21)
第八章	泵站管道工程	(22)
第九章	泵站水锤及防护措施	(23)

第二部分 供水泵站基础知识参考答案

第一章	叶片泵基础知识参考答案	(24)
第二章	叶片泵理论参考答案	(49)
第三章	叶片泵工况的确定参考答案	(53)
第四章	叶片泵工作状况的调节参考答案	(57)
第五章	叶片泵汽蚀及安装高程的确定参考答案	(59)
第六章	水泵的选型与配套参考答案	(63)
第七章	泵站进出水建筑物参考答案	(64)
第八章	泵站管道工程参考答案	(65)
第九章	泵站水锤及防护措施参考答案	(66)

第三部分 供水工程常见问答题集合

第一章	规划设计	(68)
第二章	水泵和管路	(79)
参考文献		(128)
后 记		(129)

第一部分 供水泵站基础知识

第一章 叶片泵基础知识

一、填空题

1. 水泵的主要构造件包括_____、_____、_____、_____和泵轴。
2. 离心泵适用于扬程较高、流量较小的泵站；轴流泵适用于_____的泵站；混流泵适用于_____。
3. 离心泵的主要特性参数有_____、_____、_____、_____和气蚀余量等。
4. 根据叶轮对液体的作用力的不同，叶片泵可分为_____和混流泵。
5. 离心泵的工作原理是：_____。
6. 常见叶片泵的叶轮形式有_____、_____、_____。
7. 轴流泵主要与离心泵不同的构件有_____、_____、_____。
8. 水泵能量损失包括_____损失、_____损失和_____损失三种。
9. 泵的运行效率等于_____与_____之积。
10. 离心泵的构造主要是由_____、泵壳、密封环、泵轴和轴承、_____等组成，其中_____对水泵的性能起决定性的作用。
11. 700ZLB-70 表示_____。
12. 水泵的功率表达主要有_____、_____。
13. 泵按工作原理进行分类可分为_____和_____。
14. 由泵的转速、流量和扬程组成的一个综合特征数称为泵的_____。
15. 泵的输出功率称为_____。
16. 叶片泵按其叶片的弯曲形状可分为_____、_____和_____三种，而离心泵大都采用_____叶片。

二、单选题

1. 泵轴与泵壳之间的轴封装置为()。

- A. 压盖填料装置(填料函) B. 减漏装置
C. 承磨装置 D. 润滑装置

2. 混流泵的工作原理是介于离心泵和轴流泵之间的一种过渡形式,在工作过程中既产生离心力又产生()。

- A. 惯性力 B. 升力 C. 动力 D. 冲击力

3. 封闭式叶轮是具有两个盖板的叶轮,如单吸式叶轮、双吸式叶轮,叶轮中叶片一般有()。

- A. 2~4 片 B. 4~6 片
C. 6~8 片,多的可至 12 片 D. 13~16 片

4. 水泵是输送和提升液体的机器,是转换能量的机械,它把原动机的机械能转换为被输送液体的能量,使液体获得()。

- A. 压力和速度 B. 动能和势能
C. 流动方向的变化 D. 静扬能

5. 混流泵是利用叶轮旋转时产生的()双重作用来工作的。

- A. 速度和压力变化 B. 作用力和反作用力
C. 离心力和升力 D. 流动速度和流动方向的变化

6. 水泵铭牌上简明列出了水泵在设计转速下运转()时的流量、扬程、轴功率及允许吸上真空高度或气蚀余量值。

- A. 转速为最高 B. 流量为最大 C. 扬程为最高 D. 效率为最高

7. 性能参数中水泵的额定功率是指水泵的()。

- A. 有效功率 B. 配套功率
C. 轴功率 D. 动力机的输出功率

8. 泵壳的材料选择应考虑:介质对过流部分的(),使泵壳具有作为耐压容器的足够机械强度。

- A. 流动不稳 B. 水流速度太快
C. 腐蚀和磨损 D. 压力不稳定

9. 离心泵泵轴的要求应有足够的(),其挠度不超过允许值;工作转速不能接近产生共振现象的临界转速。

- A. 光滑度和长度 B. 抗扭强度和刚度
C. 机械强度和耐磨性 D. 抗腐蚀性

10. 轴流泵的工作是以空气动力学中机翼的()为基础的,其叶片与机翼的叶片具有相似形状的截面。

- A. 应用调节 B. 适用范围 C. 截面形状 D. 升力理论

11. 离心泵的叶片一般都制成()。

- A. 旋转抛物线 B. 扭曲面 C. 柱状 D. 球形

12. 离心泵的叶轮一般安装在水面()。

- A. 以下 B. 以上 C. 位置 D. 不一定

13. 混流泵按结构形式分为()。

- A. 立式和卧式
C. 全调节式与半调节式
- B. 正向进水式与侧向进水式
D. 蜗壳式与导叶式

14. 泵与风机的效率是指()。

- A. 泵与风机的有效功率与轴功率之比
B. 泵与风机的最大功率与轴功率之比
C. 泵与风机的轴功率与原动机功率之比
D. 泵与风机的有效功率与原动机功率之比

15. 泵与风机的主要性能参数之一的功率是指()。

- A. 泵或风机的输出功率
C. 配套电动机的输出功率
- B. 泵或风机的输入功率
D. 配套电动机的输入功率

16. 关于离心泵轴向推力的大小,下列说法中不正确的是()。

- A. 与叶轮前后盖板的面积有关
C. 与叶轮前后盖板外侧的压力分布有关
- B. 与泵的级数无关
D. 与流量大小有关

17. 泵是将原动机的()的机械。

- A. 机械能转换成流体能量
C. 机械能转换成流体内能
- B. 热能转换成流体能量
D. 机械能转换成流体动能

18. 叶片泵在一定转数下运行时,所抽升流体的容重越大(流体的其他物理性质相同),其理论扬程()。

- A. 越大
B. 越小
C. 不变
D. 不一定

三、多选题

1. 根据叶轮对液体的作用力的不同,可分为()。

- A. 涡旋泵
B. 离心泵
C. 轴流泵
D. 混流泵

2. 轴流泵流量调节方法可为()。

- A. 固定式
B. 半调节式
C. 全调节式
D. 卧式

3. 按水流进出叶轮方向分,水泵基本类型为()。

- A. 污水泵
B. 轴流泵
C. 离心泵
D. 混流泵

四、简答题

1. 泵的主要性能参数有哪几个?它们是如何定义的?

2. 给出下列水泵型号中各符号的意义:

(1) 10SH-19A (2) 140ZLQ-70

3. 给出下列水泵型号中各符号的意义:

(1) 有一台水泵为: 60-50-250 (2) 14ZLB-70

4. 离心泵、混流泵、轴流泵叶轮的进、出水水流方向有什么区别?

5. 一般情况下,泵内损失功率有哪些?各发生在泵的哪些部位?

6. 简述叶片泵的三大泵型、各自的性能特点及作用原理。

7. 什么是流动损失?它与哪些因素有关?

8. 简述叶片泵的主要几个零部件及作用。
9. 说明水泵轴功率、有效功率、动力机配套功率、水功率、泵内损失功率的区别及联系。
10. 水泵效率有哪三种？试述它们的物理意义。
11. 俗话说：“水往低处流”，而水泵为什么使水往高处流呢？
12. 泵站实际工作中，常听到“绝对压力”“相对压力”“表压力”“真空值”和“真空度”等名词，它们的含义和相互关系是什么？
13. 水泵扬程是不是“水泵的扬水高度”？怎样测定水泵扬程？
14. 什么叫“净扬程”和“所需净扬程”？它们和“水泵扬程”有何区别和联系？
15. 什么叫水泵“流量”和“额定流量”？怎样用简易方法计算水泵的额定流量？
16. 什么叫水泵效率？怎样提高水泵效率？
17. 离心泵的泵壳为什么要做成逐渐扩大的蜗壳形？在出口为什么还要加装一个扇形锥管？
18. 离心泵口环起什么作用？它和叶轮之间的间隙是不是越小越好？对效率有何影响？
19. 离心泵的常用轴封形式有哪几种？各有什么特点及适用条件？
20. 离心泵在启动前为什么要充水或抽气？有哪些简易的抽水方法？
21. 离心泵关阀启动，水压会不会把水泵“胀”破？
22. 离心泵在启动和停机时应注意什么问题？
23. 离心泵启动开阀后不出水是什么原因？在运行中出水突然中断或减小又是什么原因？
24. 离心泵在运行过程中为什么发生振动和噪声？怎样预防？
25. 水泵填料漏水过多、磨损快，轴承磨损和温升过高的原因是什么？
26. 对没有铭牌的离心泵怎样确定其流量、扬程和转速？
27. 水泵的“轴向推力”是怎样产生的？如何计算？如何减小和消除它的影响？
28. 什么叫水泵的“径向推力”？它有什么危害？如何消除？
29. 水中含沙量大小如何表示？含沙量对水泵工作参数有什么影响？
30. 如何选用离心泵轴承的润滑油脂？

五、计算题

1. 用水泵将水提升 30 m 高度。已知吸水池液面压力为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，压出液面的压力为吸水池液面压力的 3 倍。全部流动损失 $h_w = 3 \text{ m}$ ，水的密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ，问泵的扬程应为多少？
2. 已知水泵供水系统的设计净扬程 $H_{\text{ST}} = 13 \text{ m}$ ，设计流量 $Q = 360 \text{ L/s}$ ，配用电机功率 $N_p = 75 \text{ kW}$ ，电机效率 $\eta = 92\%$ ，水泵与电机采用直接传动，传动效率为 $\eta_c = 100\%$ ，吸水管路总的阻抗 $S_1 = 7.02 \text{ s}^2/\text{m}^5$ ，压水管道总的阻抗 $S_2 = 17.98 \text{ s}^2/\text{m}^5$ ，试求水泵的扬程 H 、轴功率 N 和效率 η 。
3. 一台双吸式离心泵抽水装置，进、出水位分别为 8.0 m 和 21.0 m。运行中水泵流

量为 360 L/s,电动机与水泵直联,电动机的输入功率为 79 kW,电动机的效率为 92%,吸水管的阻力参数 $S_{AB} = 7.02 \text{ s}^2/\text{m}^5$,出水管的阻力参数 $S_{CD} = 17.98 \text{ s}^2/\text{m}^5$,求水泵的扬程、轴功率和效率。

4. 某离心泵装置的流量 $468 \text{ m}^3/\text{h}$,进水口直径为 250 mm,出水口直径为 200 mm,真空表读数为 58.7 kPa,压力表读数为 2 256 kPa,真空表测压点与压力表轴心间垂直距离为 30 m,试计算该泵的扬程。

5. 某离心泵装置,其进出水管直径 200 mm,管路全长 280 m,局部水头损失为沿程水头损失的 25%,该装置的净扬程为 30 m,管路糙率为 0.013,计算其运行流量为 $150 \text{ m}^3/\text{h}$ 时的水泵扬程。

6. 如图 1-1-1 所示取水泵站,水泵由河中直接抽水输入表压为 196 kPa 的高地密闭水箱中。已知水泵流量 $Q = 160 \text{ L/s}$,吸水管:直径 $D_1 = 400 \text{ mm}$,管长 $l_1 = 30 \text{ m}$,摩阻系数 $\lambda_1 = 0.028$;压水管:直径 $D_2 = 350 \text{ mm}$,管长 $l_2 = 200 \text{ m}$,摩阻系数 $\lambda_2 = 0.029$ 。假设吸、压水管路局部水头损失各为 1 m,水泵的效率 $\eta = 70\%$,其他标高见图 1-1-1。试计算水泵扬程 H 及轴功率 N 。

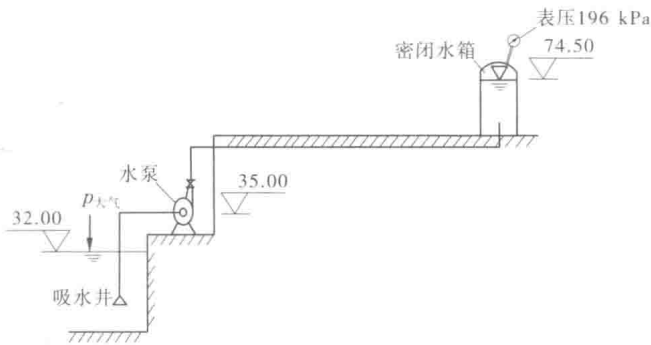


图 1-1-1 取水泵站示意图

第二章 叶片泵理论

一、填空题

1. 为保证流体的流动相似,必须满足_____、_____和_____三个条件。
2. 叶片泵的基本方程是_____。
3. 叶片泵的性能曲线主要有_____、_____、_____、_____、_____。
4. 离心泵 $Q \sim H$ 特性曲线上对应最高效率的点称为_____和_____。
5. 相对速度和圆周速度反方向的夹角称为_____。
6. 绝对速度和圆周速度之间的夹角称为_____。
7. 已知 SH 型离心水泵,其铭牌给定各参数 $Q = 45 \text{ L/s}$, $H = 78 \text{ m}$, $n = 2900 \text{ r/min}$,该水泵的比转速为_____。

二、单选题

1. 若将一台正在运行的泵的出口阀门关死,则()。
A. 泵的有效功率、轴功率、效率均为零
B. 泵的有效功率、轴功率、效率均不为零
C. 泵的有效功率为零,轴功率、效率不为零
D. 泵的有效功率、效率为零,轴功率不为零
2. 泵的有效功率 P_e ,轴功率 P 和原动机输入功率 P'_g 之间的关系为()。
A. $P_e < P'_g < P$
B. $P_e < P < P'_g$
C. $P < P_e < P'_g$
D. $P < P'_g < P_e$
3. 运行效率是抽水装置的输出功率和泵轴抽水功率之比的百分数,它随管路损失水头或泵的扬程的增大而()。
A. 降低
B. 增大
C. 不变
D. 不确定
4. 水泵在实际应用中,由于动能转化为压能过程中(),所以泵壳内水力损失越小,水泵效率越高。
A. 由于操作管路不当
B. 伴随有能量损失
C. 时而电压不稳定
D. 由于工作环境不同
5. 水泵调速运行时,调速泵的转速由 n_1 变为 n_2 时,其流量 Q 、扬程 H 与转速 n 之间的关系符合比例律,其关系式为()。
A. $H_1/H_2 = (Q_1/Q_2)^2 = n_1/n_2$
B. $H_1/H_2 = Q_1/Q_2 = (n_1/n_2)^2$
C. $H_1/H_2 = (Q_1/Q_2)^2 = (n_1/n_2)^2$
D. $H_1/H_2 = Q_1/Q_2 = n_1/n_2$
6. 若某泵的转速由 2900 r/min 改为 1450 r/min ,则此泵的比转速 n_s ()。
A. 将变小
B. 将变大

C. 不变

D. 变小和变大都有可能

7. 反映流量与管路中水头损失之间的关系的曲线方程 $H = H_{ST} + SQ^2$, 称为() 方程。

A. 流量与水头损失

B. 阻力系数与流量

C. 管路特性曲线

D. 流量与管道局部阻力

8. 水泵的几个性能参数之间的关系是在() 一定的情况下, 其他各参数都随 Q 变化而变化, 水泵厂通常用特性曲线来表示。

A. N 功率

B. H 净扬程

C. η 效率

D. n 转速

9. 水流从吸水管沿着泵轴的方向以绝对速度 C 进入水泵叶轮, 自() 处流入, 液体质点在进入叶轮后, 就经历着一种复合圆周运动。

A. 水泵进口

B. 叶轮进口

C. 吸水管进口

D. 真空表进口

10. 在产品试验中, 一台模型离心泵尺寸为实际泵的 $1/4$, 并在转速 $n = 730 \text{ r/min}$ 时进行试验, 此时量出模型泵的设计工况出水量 $Q_n = 11 \text{ L/s}$, 扬程 $H = 0.8 \text{ m}$, 如果模型泵与实际泵的效率相等。试求: 实际水泵在 $n = 960 \text{ r/min}$ 时的设计工况流量和扬程。()

A. $Q = 1\,040 \text{ L/s}$, $H = 20.6 \text{ m}$

B. $Q = 925 \text{ L/s}$, $H = 22.1 \text{ m}$

C. $Q = 840 \text{ L/s}$, $H = 26.5 \text{ m}$

D. $Q = 650 \text{ L/s}$, $H = 32.4 \text{ m}$

11. 水泵叶轮的相似定律是基于几何相似的基础上的。凡是两台水泵满足受力相似和() 的条件, 称为工况相似水泵。

A. 形状相似

B. 条件相似

C. 水流相似

D. 运动相似

12. 从对离心泵特性曲线分析中可以看出, 每一台水泵都有其固定的特性曲线, 这种曲线反映了该水泵本身的()。

A. 潜在工作能力

B. 基本构造

C. 基本特点

D. 基本工作原理

13. 从离心泵 $\eta \sim Q$ 曲线可以看出, 它是一条只有极大值的曲线, 它在最高效率点向两侧下降, 离心泵的 $\eta \sim Q$ 曲线(), 尤其在最高效率点最为显著。

A. 变化较陡

B. 不变化

C. 变化较平缓

D. 变化高低不平

14. 叶片泵基本方程与容重无关, 适用于各种理想液体, 即 H_t 与 γ (容重) 无关。但是, 容重对功率有影响, 容重越大, 消耗功率越大, 当输送液体的容重不同而(), 原动机所供给的功率消耗不同。

A. 理论扬程相同时

B. 理论扬程不同时

C. 理论扬程大时

D. 理论扬程小时

15. 速度三角形中速度 C_{2u} 表示叶轮出口()。

A. 径向分速度

B. 圆周速度

C. 相对速度

D. 切向分速度

16. 与低比转速的水泵相比, 高比转速的水泵具有()。

A. 较高扬程、较小流量

B. 较高扬程、较大流量

C. 较低扬程、较小流量

D. 较低扬程、较大流量

17. 几何形状相似的两台水泵, 其运行工况()。

A. 一定相似

B. 一定不相似

C. 不一定相似

D. 可能相似, 可能不相似

18. 两台相同型号的水泵对称并联工作时每台泵的扬程为 H_I ($= H_{II}$), 当一台停车

只剩一台水泵运行时的扬程为 H , 若管路性能曲线近似不变, 则有 ()。

- A. $H_1 > H$ B. $H_1 < H$ C. $H_1 = H$ D. 不一定

19. 叶片泵在一定转数下运行时, 所抽升流体的容重越大 (流体的其它物理性质相同), 其轴功率 ()。

- A. 越大 B. 越小 C. 不变 D. 不一定

20. 定速运行水泵从水源向高水池供水, 当高水池水位不变而水源水位逐渐升高时, 水泵的流量 ()。

- A. 逐渐减小 B. 逐渐增大 C. 保持不变 D. 不一定

21. 离心泵的比转速 n_s 与容积损失 V 的关系是 ()。

- A. n_s 增大时, V 也增大 B. n_s 增大时, V 减小
C. n_s 变化时, V 不变 D. n_s 增大时, V 增大或减小都有可能

22. 泵在不同工况下有不同的比转速, 作为相似准则的比转速是指 ()。

- A. 最大流量工况下的比转速 B. 最高转速工况下的比转速
C. 最高效率工况下的比转速 D. 最高扬程工况下的比转速

23. 泵空载时, $q_v = 0$ 对应的 ()。

- A. 轴功率 $P = 0$ B. 有效功率 $P_e = 0$
C. 容积损失功率 $\Delta P_v = 0$ D. 机械损失功率 $\Delta P_m = 0$

24. 对于离心泵, 当叶轮旋转时, 流体质点在离心力的作用下, 流体从叶轮中心被甩向叶轮外缘, 于是叶轮中心形成 ()。

- A. 压力最大 B. 真空 C. 容积损失最大 D. 流动损失最大

25. 当泵启动运行正常后, 根据装在 () 的测量仪表的压力读数, 可以计算出泵的扬程。

- A. 吸水池和压水池的液面处 B. 泵的入口处 (唯一)
C. 泵的出口处 (唯一) D. 泵的入口和出口处

26. 下列说法中正确的是 ()。

- A. 比转速比较低时, $q_v \sim H$ 性能曲线平坦
B. 比转速比较低时, $q_v \sim P$ 性能曲线平坦
C. 比转速比较高时, $q_v \sim \eta$ 性能曲线平坦
D. 以上说法都不正确

27. 同一台泵用于输送密度分别为 ρ_1 和 ρ_2 的液体时, 保持转速不变且流动相似, 其对应的扬程分别是 H_1 和 H_2 , 对应的轴功率分别为 P_1 和 P_2 , 若 $\rho_1 > \rho_2$, 则下列关系式中正确的是 ()。

- A. $H_1 > H_2$ $P_1 = P_2$ B. $H_1 = H_2$ $P_1 > P_2$
C. $H_1 > H_2$ $P_1 > P_2$ D. $H_1 = H_2$ $P_1 = P_2$

28. 关于冲击损失, 下列说法中正确的是 ()。

- A. 当流量小于设计流量时, 无冲击损失
B. 当流量大于设计流量时, 冲击发生在工作面上
C. 当流量小于设计流量时, 冲击发生在非工作面上

D. 当流量小于设计流量时,冲击发生在工作面上

29. 工况相似条件下泵间的流量关系式为()。

A. $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$

B. $\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$

C. $\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$

D. $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_2}{n_1}$

30. 离心式泵在定转速下运行时,为了避免启动电流过大,通常在()。

A. 阀门稍稍开启的情况下启动

B. 阀门半开的情况下启动

C. 阀门全关的情况下启动

D. 阀门全开的情况下启动

31. 水泵叶轮后弯式叶片:当 b_1 和 b_2 均小于 90° 时,为叶片与旋转方向呈()叶片。

A. 径向式

B. 前弯式

C. 水平式

D. 后弯式

三、多选题

1. 关于比转速,下列说法正确的是()。

A. 比转速是泵的一个子转速,是反映水泵几何特性和工作特性的综合参数

B. 计算比转速时转速、扬程为水泵的额定值

C. 比转速相等是水泵几何相似的必要非充分条件

D. 流量大时,扬程低的泵比转速就高,反之比转速就低

2. 反映泵的相似特性的条件的有()。

A. 几何相似

B. 运动相似

C. 动力相似

D. 工况相似

3. 欧拉方程成立的前提假设是()。

A. 液流为恒定流

B. 泵的叶轮由无限多薄的叶片组成

C. 叶轮半径相等处液流同名速度相等

D. 液流为理想液体

4. 在水泵基本特性曲线中的四条曲线中()。

A. $Q \sim \eta$ 曲线为一条上升一下降曲线

B. $Q \sim H$ 曲线为一条下降曲线

C. $Q \sim N$ 曲线为一条下降曲线

D. $Q \sim H_{\text{需}}$ 曲线与 $Q \sim H$ 曲线的交点为水泵工作点

5. 下列水泵的比转速应该属于离心泵的是()。

A. 35

B. 85

C. 350

D. 850

四、简答题

1. 画图说明管路性能曲线的意义是什么?

2. 试述比转速 n_s 的物理意义和实用意义。如何计算?

3. 离心泵运行时的扬程如何计算?

4. 试从能量角度,对后弯式、径向式及前弯式三种不同形式叶片产生的动能大小进行分析比较。为什么离心式叶轮均采用后弯式叶片?试说明其原理。

5. 为什么离心式水泵要关阀启动,而轴流式水泵要开阀启动?

6. 简述液体在水泵叶轮内的运动情况,怎样计算确定叶轮进出口速度三角形?

7. 分析说明叶片泵基本方程式的物理意义。

8. 分析说明位于吸水面上方的叶片泵启动前必须充满水的原因。

9. 什么是基本性能曲线、相对性能曲线、通用性能曲线、综合性能曲线、全面性能曲线?如何绘制这些曲线?

10. 水泵的相似率的概念是什么?它有什么用途?

11. 同一水泵,当转速不同于设计转速时,它的比转速会改变吗?为什么?

12. 比转速相同的水泵,叶轮一定相似吗?

13. 叶片泵的转速发生改变后,性能曲线是否发生改变?变化的趋势如何?

14. 什么是比转速?如何计算?为什么用它可以对水泵进行分类?

五、计算题

1. 已知某 12SH 型离心泵的额定参数为 $Q = 730 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 10 \text{ m}$, $n = 1450 \text{ r/min}$ 。试计算其比转数。

2. 已知某多级式离心泵的额定参数为流量 $Q = 25.81 \text{ m}^3/\text{h}$, 扬程 $H = 480 \text{ m}$, 级数为 10 级, 转速 $n = 2950 \text{ r/min}$ 。试计算其比转数 n_s 。

3. 某单吸离心式水泵在转速 $n = 2950 \text{ r/min}$ 时,其设计参数为:扬程 128 m , 流量 $72 \text{ m}^3/\text{h}$, 效率为 85% , 为满足该特性要求,拟采用比转速 $n_s = 75 \sim 100$ 的多级泵。试计算所需叶轮的级数,若水的密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$,求泵的轴功率。

4. 某水泵的转速 $n = 1250 \text{ r/min}$, 流量 $q_v = 10 \text{ L/s}$, 扬程 $H = 80 \text{ m}$ 。今有一台与它相似的水泵,其转速为 1450 r/min , 流量为 12 L/s , 求这台水泵的扬程及有效功率。(水的密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)

5. 有一台离心式水泵,转速 $n = 1480 \text{ r/min}$, 流量 $q_v = 110 \text{ L/s}$, 叶轮进口直径 $D_1 = 220 \text{ mm}$, 叶片进口宽度 $b_1 = 45 \text{ mm}$, 叶轮出口直径 $D_2 = 400 \text{ mm}$, 叶片出口安装角 $\beta_{2e} = 45^\circ$, 叶轮进出口的轴面速度相等。设流体沿径向流入叶轮,求无限多叶片叶轮的理論扬程 $H_{I\infty}$ 。

第三章 叶片泵工况的确定

一、填空题

1. 同一轮系的泵,如果水流在泵中的运动状态和受力状态相似,称为工况相似,通常的相似条件包括几何相似、_____和_____三种。
2. 工作点是根据_____曲线与_____曲线来确定的。
3. 水力过渡过程中的三个阶段为_____、_____、_____。

二、单选题

1. 在工作点处,泵提供给流体的能量与流体在管路系统中流动所需的能量关系为()。
A. 泵提供的能量大于流体在管路系统中流动所需的能量
B. 泵提供的能量小于流体在管路系统中流动所需的能量
C. 泵提供的能量等于流体在管路系统中流动所需的能量
D. 以上说法都不正确
2. 已知:某离心泵 $n_1 = 960 \text{ r/min}$ 时 $(H \sim Q)_1$ 曲线上工况点 $a_1 (H_1 = 38.2 \text{ m}, Q_1 = 42 \text{ L/s})$, 转速由 n_1 调整到 n_2 后,工况点为 $a_2 (H = 21.5 \text{ m}, Q_2 = 31.5 \text{ L/s})$, 求 $n_2 = ()$ 。
A. 680 r/min B. 720 r/min C. 780 r/min D. 820 r/min
3. 从图解法求的离心泵装置的工况点来看,如果水泵装置在运行中管道上所有闸门全开,那么水泵的特性曲线与管路的特性曲线相交的点 M 就称为该装置的()。
A. 极限工况点 B. 平衡工况点 C. 相对工况点 D. 联合工况点
4. 泵运行时的实际流量大于泵的设计流量时,其允许吸上真空高度 $[H_s]$ 值()。
A. 将比设计工况点的 $[H_s]$ 值大
B. 将比设计工况点的 $[H_s]$ 值小
C. 将与设计工况点的 $[H_s]$ 值相等
D. 将比设计工况点的 $[H_s]$ 值可能大,也可能小
5. 两台泵并联运行时,为提高并联后增加流量的效果,下列说法中正确的是()。
A. 管路特性曲线应平坦一些,泵的性能曲线应陡一些
B. 管路特性曲线应平坦一些,泵的性能曲线应平坦一些
C. 管路特性曲线应陡一些,泵的性能曲线应陡一些
D. 管路特性曲线应陡一些,泵的性能曲线应平坦一些
6. 两台不同型号的水泵串联工作,串联泵的设计流量应是接近的,否则就不能保证两台泵在高效率下运行,有可能引起较小泵产生超负荷,容量大的泵()。
A. 不能发挥作用 B. 转速过低 C. 流量过大 D. 扬程太低

7. 两台同型号的水泵在外界条件相同的情况下并联工作, 并联后在并联工况点的出水量比一台泵工作时出水量()。

- A. 成倍增加
- B. 增加幅度不明显
- C. 大幅度增加, 但不是成倍增加
- D. 不增加

8. 两台泵串联运行时, 为提高串联后增加扬程的效果, 下列说法中正确的是()。

- A. 管路特性曲线应平坦一些, 泵的性能曲线应陡一些
- B. 管路特性曲线应平坦一些, 泵的性能曲线应平坦一些
- C. 管路特性曲线应陡一些, 泵的性能曲线应陡一些
- D. 管路特性曲线应陡一些, 泵的性能曲线应平坦一些

9. 两台同性能泵并联运行, 并联工作点的参数为 $q_{v\text{并}}$ 、 $H_{\text{并}}$ 。若管路特性曲线不变, 改为其中一台泵单独运行, 其工作点参数为 $q_{v\text{单}}$ 、 $H_{\text{单}}$, 则并联工作点参数与单台泵运行工作点参数关系为()。

- A. $q_{v\text{并}} = 2q_{v\text{单}}, H_{\text{并}} = H_{\text{单}}$
- B. $q_{v\text{并}} < 2q_{v\text{单}}, H_{\text{并}} > H_{\text{单}}$
- C. $q_{v\text{并}} < 2q_{v\text{单}}, H_{\text{并}} = H_{\text{单}}$
- D. $q_{v\text{并}} = 2q_{v\text{单}}, H_{\text{并}} > H_{\text{单}}$

10. 两台泵串联运行, 下列说法中正确的是()。

- A. 串联后的总流量等于串联时各泵输出的流量之和, 串联后的总扬程等于串联运行时各泵的扬程之和
- B. 串联后的总流量与串联时各泵输出的流量相等, 串联后的总扬程等于串联运行时各泵的扬程之和
- C. 串联后的总流量与串联时各泵输出的流量相等, 串联后的总扬程小于串联运行时各泵的扬程之和
- D. 串联后的总流量与串联时各泵输出的流量相等, 串联后的总扬程大于串联运行时各泵的扬程之和

三、多选题

1. 泵的不稳定运行, 是由以下哪些条件引起的() 发生工作点的漂移。

- A. 水流变化
- B. 水位变化
- C. 转速变化
- D. 振动

四、简答题

- 1. 什么是水泵的设计工况、最佳工况和一般工况?
- 2. 水泵的工作点是如何确定的?
- 3. 水泵的设计情况和工作情况有何不同? 当工作情况不同于设计情况时, 效率为什么会降低?
- 4. 全性能曲线包括哪几个工况? 如何判别它们?
- 5. 水泵运行工作点随哪些因素而改变? 如何变化?
- 6. 在什么条件下需要两台或两台以上的水泵串联运行?
- 7. 用图解法如何确定两台同型号泵并联运行的工作点?
- 8. 什么是水泵运行的工作点? 它与设计点有何区别?