

UDC



中华人民共和国国家标准

P

GB 50265—2010

泵站设计规范

Design code for pumping station

2010-07-15 发布

2011-02-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

泵站设计规范

Design code for pumping station

GB 50265—2010

主编部门：中华人民共和国水利部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

实施日期：2 0 1 1 年 2 月 1 日

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 673 号

关于发布国家标准 《泵站设计规范》的公告

现批准《泵站设计规范》为国家标准,编号为 GB 50265—2010,自2011年2月1日起实施。其中,第 6.1.3、6.3.5、6.3.7 条为强制性条文,必须严格执行。原《泵站设计规范》GB/T 50265—97 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
二〇一〇年七月十五日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈工程建设国家标准制订、修订计划〉的通知》(建标〔2002〕85号)的要求,由湖北省水利水电勘测设计院会同有关单位,在《泵站设计规范》GB/T 50265—97基础上修订完成。

本规范共 12 章和 5 个附录。主要技术内容包括:总则,泵站等级及防洪(潮)标准,泵站主要设计参数,站址选择,总体布置,泵房,进出水建筑物,其他形式泵站,水力机械及辅助设备,电气,闸门、拦污栅及启闭设备,安全监测等。

本次修订的主要内容有:根据现行有关标准,调整了 5 级建筑物和受潮汐影响泵站的防洪标准;修改完善了设计流量、特征水位和特征扬程的确定方法;修改和增订了有关站址选择、总体布置的规定;修改和增订了泵房布置、防渗排水布置、稳定应力分析、地基计算与处理等有关内容;修改和增订了引渠布置、出水管道形式等相关内容;修改和增订了对其他形式泵站的有关内容;将空气压缩系统的压力等级分类与空压机行业标准进行了统一;简化了泵站机修系统;取消了 630kW 以上采用同步电动机的限制,对无功的补偿内容进行了修改;增加了有关励磁系统条款;删除了已淘汰的电器设备;修改了试验、检修设备的设置条款,让泵站维修、试验走向市场化;修订了出口拍门和快速闸门流道顶部通气孔的面积计算公式;对出口拍门制造材料增加了可使用非金属材料的规定;对工程监理的规定内容进行了修改和增订;对附录 A 的规定内容进行了修改和增订,增加了岩基抗剪断参数和摩擦系数值表;化简了附录 C 的公式(C.0.2-1)和公式(C.2.2-2)。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,水利部负责日常管理,水利部水利水电规划设计总院负责具体技术内容的解释。在本规范执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,如发现需要修改和补充之处,请将修改意见和有关资料反馈给水利部水利水电规划设计总院(地址:北京市西城区六铺炕北小街 2—1 号,邮政编码:100120,传真:010—62056492,邮箱:kjc@mwr.gov.cn),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人和主要审查人:

主编单位: 湖北省水利水电勘测设计院

参编单位: 山西省水利水电勘测设计研究院

中国水利水电勘测设计协会

江苏省水利勘测设计研究院有限公司

中水北方勘测设计研究有限责任公司

上海勘测设计研究院

广东省水利电力勘测设计研究院

主要起草人: 别大鹏 孙万功 张平易 孙卫岳 张士杰
吴佩荣 邵剑南 姚宇坚 窦以松 周 明
李文峰 陈汉宝 秦昌斌 郭铁桥 王 力
韩 翔 杨晋营 卢天杰 裴 云 李智建
陈登毅 梁修保 刘新泉 董良山 杨国清
李少权

主要审查人: 刘志明 许建中 雷兴顺 鞠占斌 姜家荃
卜漱和 云庆龙 王英人 李学勤 朱化广
马东亮 胡德义 许道龙 陈洪涛 马普杰
黄智勇 黄荣卫 胡 复 陈武春 逢 辉
王国勤

目 次

1	总 则	12
2	泵站等级及防洪(潮)设计标准	13
2.1	泵站等级	13
2.2	防洪(潮)标准	14
3	泵站主要设计参数	15
3.1	设计流量	15
3.2	特征水位	15
3.3	特征扬程	19
4	站址选择	20
4.1	一般规定	20
4.2	泵站站址选择	20
5	总体布置	22
5.1	一般规定	22
5.2	泵站布置形式	23
6	泵 房	25
6.1	泵房布置	25
6.2	防渗排水布置	29
6.3	稳定分析	31
6.4	地基计算及处理	36
6.5	主要结构计算	40
7	进出水建筑物	43
7.1	引渠	43
7.2	前池及进水池	44
7.3	出水管道	44

7.4	出水池及压力水箱	48
8	其他形式泵站	50
8.1	一般规定	50
8.2	竖井式泵站	50
8.3	缆车式泵站	51
8.4	浮船式泵站	53
8.5	潜没式泵站	54
9	水力机械及辅助设备	55
9.1	主泵	55
9.2	进出水流道	57
9.3	进水管道及泵房内出水管	58
9.4	过渡过程及产生危害的防护	60
9.5	真空及充水系统	60
9.6	排水系统	61
9.7	供水系统	62
9.8	压缩空气系统	63
9.9	供油系统	64
9.10	起重设备及机修设备	64
9.11	采暖通风与空气调节	65
9.12	水力机械设备布置	66
10	电 气	69
10.1	供电系统	69
10.2	电气主接线	69
10.3	主电动机及主要电气设备选择	69
10.4	无功功率补偿	71
10.5	机组启动	71
10.6	站用电	72
10.7	室内外主要电气设备布置及电缆敷设	72
10.8	电气设备的防火	74

10.9	过电压保护及接地装置	75
10.10	照明.....	76
10.11	继电保护及安全自动装置	78
10.12	自动控制和信号系统	80
10.13	测量表计装置	80
10.14	操作电源	81
10.15	通信.....	81
10.16	电气试验设备	82
11	闸门、拦污栅及启闭设备	83
11.1	一般规定	83
11.2	拦污栅及清污机.....	84
11.3	拍门及快速闸门.....	85
11.4	启闭设备	86
12	安全监测	88
12.1	工程监测	88
12.2	水力监测	88
附录 A	泵房稳定分析有关数据	90
附录 B	泵房地基计算及处理	92
附录 C	自由式拍门开启角近似计算	97
附录 D	自由式拍门停泵闭门撞击力近似计算	100
附录 E	快速闸门闭门速度及撞击力近似计算	103
	本规范用词说明	105
	引用标准名录.....	106

Contents

1	General provisions	12
2	Rank and grade of pumping station and standard for flood(tide) control	13
2.1	Rank and grade of pumping station	13
2.2	Standard for flood(tide) control	14
3	Main design parameters of pumping station	15
3.1	Water level	15
3.2	Characteristic stage	15
3.3	Characteristic head	19
4	Site selection	20
4.1	General requirement	20
4.2	Site selection for pumping station	20
5	General layout	22
5.1	General requirement	22
5.2	Layout pattern of pumping station	23
6	Pump house	25
6.1	Pump house layout	25
6.2	Arrangement for seepage control and drainage	29
6.3	Stability analysis	31
6.4	Calculation and treatment of foundation	36
6.5	Calculation of main structures	40
7	Inlet and outlet structures	43
7.1	Approach channel	43
7.2	Forebay and suction sump	44
7.3	Outlet conduit	44

7.4	Outlet sump and pressure tank	48
8	Pumping station of other types	50
8.1	General requirement	50
8.2	Shaft pumping station	50
8.3	Funicular pumping station	51
8.4	Floating pumping station	53
8.5	Submersible pumping station	54
9	Hydraulic machine and auxiliary equipment	55
9.1	Main pump	55
9.2	Inlet and outlet passages	57
9.3	Suction pipe and the discharge pipe within pump house	58
9.4	Transient process and protection against its damage	60
9.5	Vacuum and priming system	60
9.6	Drainage system	61
9.7	Water supply system	62
9.8	Compressed air system	63
9.9	Oil supply system	64
9.10	Hoisting and repairing equipment	64
9.11	Heating, ventilation and air-conditioning	65
9.12	Layout for hydraulic machines	66
10	Electrical equipment	69
10.1	Electrical power supply system	69
10.2	Main electrical connection	69
10.3	Selection of main motor and electrical equipment	69
10.4	Reactive power anmpensation	71
10.5	Starting of units	71
10.6	Sevice power of station	72
10.7	Layout for electrical equipment and cable	72
10.8	Fire fighting of electrical equipment	74

10.9	Over voltage protection and earthing device	75
10.10	Lighting	76
10.11	Protective relaying and automatic security equipment	78
10.12	Autocontrol and signal system	80
10.13	Measuring meter	80
10.14	Operating power supply	81
10.15	Communication	81
10.16	Electrical test equipment	82
11	Gate, trash rack and hoisting equipmetn	83
11.1	General requirement	83
11.2	Trash rack and screen cleaning machine	84
11.3	Flap valve and stop gate	85
11.4	Hoisting equipmetn	86
12	Safety monitoring	88
12.1	Engineering monitoring	88
12.2	Hydraulic monitoring	88
Appendix A	Datas for stability analysis of pump house	90
Appendix B	Calculation and treatment of pump house foundation	92
Appendix C	Approximate calculation for opening of free flap	97
Appendix D	Approximate calculation for closing impact of free flap	100
Appendix E	Approximate calculation for closing speed and closing impact of stop gate	103
	Explanation of wording in this code	105
	List of quoted standards	106

1 总 则

1.0.1 为统一泵站设计标准,保证泵站设计质量,使泵站工程技术先进、安全可靠、经济合理、运行管理方便,制订本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建与改建的大、中型供、排水泵站设计。

1.0.3 泵站设计应广泛搜集和整理基本资料。基本资料应经过分析,准确可靠,满足设计要求。

1.0.4 泵站设计应吸取实践经验,进行必要的科学试验,节省能源,积极慎重地采用新技术、新材料、新设备和新工艺。

1.0.5 地震动峰值加速度大于或等于 **0.10g** 的地区,主要建筑物应进行抗震设计。地震动峰值加速度为 **0.05g** 的地区,可不进行抗震计算,但对 **1** 级建筑物应采取适当的抗震措施。

1.0.6 泵站设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 泵站等级及防洪(潮)标准

2.1 泵站等级

2.1.1 泵站的规模应根据工程任务,以近期目标为主,并考虑远景发展要求,综合分析确定。

2.1.2 泵站等别应按表 2.1.2 确定。

表 2.1.2 泵站等别指标

泵站等别	泵站规模	灌溉、排水泵站		工业、城镇供水泵站
		设计流量(m ³ /s)	装机功率(MW)	
I	大(1)型	≥200	≥30	特别重要
II	大(2)型	200~50	30~10	重要
III	中型	50~10	10~1	中等
IV	小(1)型	10~2	1~0.1	一般
V	小(2)型	<2	<0.1	—

注:1 装机功率系指单站指标,包括备用机组在内;

2 由多级或多座泵站联合组成的泵站工程的等别,可按其整个系统的分等指标确定;

3 当泵站按分等指标分属两个不同等别时,应以其中的高等别为准。

2.1.3 泵站建筑物应根据泵站所属等别及其在泵站中的作用和重要性分级,其级别应按表 2.1.3 确定。

表 2.1.3 泵站建筑物级别划分

泵站等别	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别
	主要建筑物	次要建筑物	
I	1	3	4
II	2	3	4
III	3	4	5
IV	4	5	5
V	5	5	—

2.1.4 泵站与堤身结合的建筑物,其级别不应低于堤防的级别。

2.1.5 对失事后造成巨大损失或严重影响,或采用实践经验较少的新型结构的 2 级~5 级主要建筑物,经论证后,其级别可提高 1 级;对失事后造成损失不大或影响较小的 1 级~4 级主要建筑物,经论证后,其级别可降低 1 级。

2.2 防洪(潮)标准

2.2.1 泵站建筑物防洪标准应按表 2.2.1 确定。

表 2.2.1 泵站建筑物防洪标准

泵站建筑物级别	防洪标准[重现期(a)]	
	设计	校核
1	100	300
2	50	200
3	30	100
4	20	50
5	10	30

注:1 平原、滨海区的泵站,校核防洪标准可视具体情况和需要研究确定。

2 修建在河流、湖泊或平原水库边的与堤坝结合的建筑物,其防洪标准不应低于堤坝防洪标准。

2.2.2 受潮汐影响的泵站建筑物,其挡潮水位的重现期应根据建筑物级别,结合历史最高潮水位,按表 2.2.2 规定的设计标准确定。

表 2.2.2 受潮汐影响泵站建筑物的防洪标准

建筑物级别	1	2	3	4	5
防洪标准[重现期(a)]	≥100	100~50	50~30	30~20	<20

3 泵站主要设计参数

3.1 设计流量

3.1.1 灌溉泵站设计流量应根据设计灌溉保证率、设计灌水率、灌溉面积、灌溉水利用系数及灌区内调蓄容积等综合分析计算确定。

3.1.2 排水泵站排涝设计流量及其过程线,可根据排涝标准、排涝方式、设计暴雨、排涝面积及调蓄容积等综合分析计算确定;排水泵站排渍设计流量可根据排渍模数与排渍面积计算确定。城市排水泵站排水设计流量可根据设计综合生活污水量、工业废水量和雨水量等计算确定。

3.1.3 工业与城镇供水泵站设计流量应根据设计水平年、设计保证率、供水对象的用水量、城镇供水的时变化系数、日变化系数、调蓄容积等综合确定。用水量主要包括综合生活用水(包括居民生活用水和公共建筑用水)、工业企业用水、浇洒道路和绿地用水、管网漏损水量、未预见用水、消防用水等。

3.2 特征水位

3.2.1 灌溉泵站进水池水位应按下列规定采用:

1 防洪水位应按本规范第 2.2.1 条和第 2.2.2 条规定的防洪标准分析确定;

2 从河流、湖泊或水库取水时,设计运行水位应取历年灌溉期满足设计灌溉保证率的日平均或旬平均水位;从渠道取水时,设计运行水位应取渠道通过设计流量时的水位;从感潮河口取水时,设计运行水位应按历年灌溉期多年平均最高潮位和最低潮位的平均值确定;

3 从河流、湖泊、感潮河口取水时,最高运行水位应取重现期**5a~10a**一遇洪水的日平均水位;从水库取水时,最高运行水位应根据水库调蓄性能论证确定;从渠道取水时,最高运行水位应取渠道通过加大流量时的水位;

4 从河流、湖泊或水库取水时,最低运行水位应取历年灌溉期水源保证率为**95%~97%**的最低日平均水位;从渠道取水时,最低运行水位应取渠道通过单泵流量时的水位;从感潮河口取水时,最低运行水位应取历年灌溉期水源保证率为**95%~97%**的日最低潮水位;

5 从河流、湖泊、水库或感潮河口取水时,平均水位应取灌溉期多年日平均水位;从渠道取水时,平均水位应取渠道通过平均流量时的水位;

6 上述水位均应扣除从取水口至进水池的水力损失。从河床不稳定的河道取水时,尚应考虑河床变化的影响,方可作为进水池相应特征水位。

3.2.2 灌溉泵站出水池水位应按下列规定采用:

1 当出水池接输水河道时,最高水位应取输水河道的防洪水位;当出水池接输水渠道时,最高水位应取与泵站最大流量相应的水位。对于从多泥沙河流上取水的泵站,最高水位应考虑输水渠道淤积对水位的影响;

2 设计运行水位应取按灌溉设计流量和灌区控制高程的要求推算到出水池的水位;

3 最高运行水位应取与泵站最大运行流量相应的水位;

4 最低运行水位应取与泵站最小运行流量相应的水位;有通航要求的输水河道,最低运行水位应取最低通航水位;

5 平均水位应取灌溉期多年日平均水位。

3.2.3 排水泵站进水池水位应按下列规定采用:

1 最高水位应取排水区建站后重现期**10a~20a**一遇的内涝水位。排区内有防洪要求的,最高水位应同时考虑其影响;

2 设计运行水位应取由排水区设计排涝水位推算到站前的水位;对有集中调蓄区或与内排站联合运行的泵站,设计运行水位应取由调蓄区设计水位或内排站出水池设计水位推算到站前的水位;

3 最高运行水位应取按排水区允许最高涝水位的要求推算到站前的水位;对有集中调蓄区或与内排站联合运行的泵站,最高运行水位应取由调蓄区最高调蓄水位或内排站出水池最高运行水位推算到站前的水位;

4 最低运行水位应取按降低地下水埋深或调蓄区允许最低水位的要求推算到站前的水位;

5 平均水位应取与设计运行水位相同的水位。

3.2.4 排水泵站出水池水位应按下列规定采用:

1 防洪水位应按本规范第 2.2.1 条和第 2.2.2 条规定的防洪标准分析确定;

2 设计运行水位应按下列规定采用:

1)应取承泄区 5a~10a 一遇洪水的排水时段平均水位;

2)当承泄区为感潮河段时,应取重现期 5a~10a 的排水时段平均潮水位;

3)对重要的排水泵站,经论证可适当提高重现期。

3 最高运行水位应按下列规定采用:

1)当承泄区水位变化幅度较大时,应取重现期 10a~20a 洪水的排水时段平均水位;当承泄区水位变化幅度较小时,可取设计洪水位;

2)当承泄区为感潮河段时,应取重现期 10a~20a 的排水时段平均潮水位;

3)对重要的排水泵站,经论证可适当提高重现期。

4 最低运行水位应取承泄区历年排水期最低水位或最低潮水位的平均值;

5 平均水位应取承泄区多年日平均水位或多年日平均潮

水位。

3.2.5 工业、城镇供水泵站进水池水位应按下列规定采用：

1 防洪水位应按本规范第 2.2.1 条和第 2.2.2 条规定的防洪标准分析确定；

2 从河流、湖泊或水库取水时，设计运行水位应取满足设计供水保证率的日平均或旬平均水位；从渠道取水时，设计运行水位应取渠道通过设计流量时的水位；从感潮河口取水时，设计运行水位应按供水期多年平均最高潮位和最低潮位的平均值确定；

3 从河流、湖泊、感潮河口取水时，最高运行水位应取 10a~20a 一遇洪水的日平均水位；从水库取水时，最高运行水位应根据水库调蓄性能论证确定；从渠道取水时，最高运行水位应取渠道通过加大流量时的水位；

4 从河流、湖泊、水库、感潮河口取水时，最低运行水位应取水源保证率为 97%~99% 的最低日平均水位；从渠道取水时，最低运行水位应取渠道通过单泵流量时的水位；受潮汐影响的泵站，最低运行水位应取水源保证率为 97%~99% 的日最低潮水位；

5 从河流、湖泊、水库或感潮河口取水时，平均水位应取多年日平均水位；从渠道取水时，平均水位应取渠道通过平均流量时的水位；

6 上述水位均应扣除从取水口至进水池的水力损失。从河床不稳定的河道取水时，尚应考虑河床变化的影响，方可作为进水池相应特征水位。

3.2.6 工业、城镇供水泵站出水池水位应按下列规定采用：

1 最高水位应取输水渠道的校核水位；

2 设计运行水位应取与泵站设计流量相应的水位；

3 最高运行水位应取与泵站最大运行流量相应的水位；

4 最低运行水位应取与泵站最小运行流量相应的水位；

5 平均水位应取输水渠道通过平均流量时的水位。

3.2.7 灌排结合泵站的特征水位，可根据本规范第 3.2.1 条~第

3.2.4 条的规定进行综合分析确定。

3.3 特征扬程

3.3.1 设计扬程应按泵站进、出水池设计运行水位差,并计入水力损失确定;在设计扬程下,应满足泵站设计流量要求。

3.3.2 平均扬程可按下式计算加权平均净扬程,并计入水力损失确定;或按泵站进、出水池平均水位差,并计入水力损失确定。在平均扬程下,水泵应在高效区工作。

$$H = \frac{\sum H_i Q_i t_i}{\sum Q_i t_i} \quad (3.3.2)$$

式中 H ——加权平均净扬程(m);

H_i ——第 i 时段泵站进、出水池运行水位差(m);

Q_i ——第 i 时段泵站提水流量(m^3/s);

t_i ——第 i 时段历时(d)。

3.3.3 最高扬程宜按泵站出水池最高运行水位与进水池最低运行水位之差,并计入水力损失确定;当出水池最高运行水位与进水池最低运行水位遭遇的几率较小时,经技术经济比较后,最高扬程可适当降低。

3.3.4 最低扬程宜按泵站出水池最低运行水位与进水池最高运行水位之差,并计入水力损失确定;当出水池最低运行水位与进水池最高运行水位遭遇的几率较小时,经技术经济比较后,最低扬程可适当提高。

4 站址选择

4.1 一般规定

4.1.1 泵站站址应根据灌溉、排水、工业及城镇供水总体规划、泵站规模、运行特点和综合利用要求,考虑地形、地质、水源或承泄区、电源、枢纽布置、对外交通、占地、拆迁、施工、环境、管理等因素以及扩建的可能性,经技术经济比较选定。

4.1.2 山丘区泵站站址宜选择在地形开阔、岸坡适宜、有利于工程布置的地点。

4.1.3 泵站站址宜选择在岩土坚实、水文地质条件有利的天然地基上,宜避开软土、松沙、湿陷性黄土、膨胀土、杂填土、分散性土、振动液化土等不良地基,不应设在活动性的断裂构造带以及其他不良地质地段。当遇软土、松沙、湿陷性黄土、膨胀土、杂填土、分散性土、振动液化土等不良地基时,应慎重研究确定基础类型和地基处理措施。

4.2 泵站站址选择

4.2.1 由河流、湖泊、感潮河口、渠道取水的灌溉泵站,其站址宜选择在有利于控制提水灌溉范围,使输水系统布置比较经济的地点。灌溉泵站取水口宜选择在主流稳定靠岸,能保证引水,有利于防洪、防潮汐、防沙、防冰及防污的河段。由潮汐河道取水的灌溉泵站取水口,宜选择在淡水水源充沛、水质适宜灌溉的河段。

4.2.2 从水库取水的灌溉泵站,其站址应根据灌区与水库的相对位置、地质条件和水库水位变化情况,研究论证库区或坝后取水的技术可靠性和经济合理性,选择在岸坡稳定、靠近灌区、取水方便,不受或少受泥沙淤积、冰冻影响的地点。

4.2.3 排水泵站站址宜选择在排水区地势低洼、能汇集排水区涝水,且靠近承泄区的地点。排水泵站出水口不应设在迎溜、岸崩或淤积严重的河段。

4.2.4 灌排结合泵站站址,宜根据有利于外水内引和内水外排,灌溉水源水质不被污染和不致引起或加重土壤盐渍化,并兼顾灌排渠系的合理布置等要求,经综合比较选定。

4.2.5 供水泵站站址宜选择在受水区上游、河床稳定、水源可靠、水质良好、取水方便的河段。

4.2.6 梯级泵站站址应结合各站站址地形、地质、运行管理、总功率最小等条件,经综合比较选定。

5 总体布置

5.1 一般规定

5.1.1 泵站的总体布置应根据站址的地形、地质、水流、泥沙、冰冻、供电、施工、征地拆迁、水利血防、环境等条件,结合整个水利枢纽或供水系统布局、综合利用要求、机组型式等,做到布置合理、有利施工、运行安全、管理方便、少占耕地、投资节省和美观协调。

5.1.2 泵站的总体布置应包括泵房,进、出水建筑物,变电站,枢纽其他建筑物和工程管理用房,内外交通、通信以及其他维护管理设施的布置。

5.1.3 站区布置应满足劳动安全与工业卫生、消防、环境绿化和水土保持等要求。

5.1.4 泵站室外专用变电站宜靠近辅机房布置,满足变电设备的安装检修方便、运输通道、进线出线、防火防爆等要求。

5.1.5 站区内交通布置应满足机电设备运输、消防车辆通行的要求。

5.1.6 具有泄洪任务的水利枢纽,泵房与泄洪建筑物之间应有分隔设施;具有通航任务的水利枢纽,泵房与通航建筑物之间应有足够的安全距离及安全设施。

5.1.7 进水处有污物、杂草等漂浮物的泵站,应设置拦污、清污设施,其位置宜设在引渠末端或前池入口处。站内交通桥宜结合拦污栅设置。

5.1.8 泵房与铁路、高压输电线路、地下压力管道、高速公路及一、二级公路之间的距离不宜小于 100m。

5.1.9 进、出水池应设有防护和警示标志。

5.1.10 对水流条件复杂的大型泵站枢纽布置,应通过水工整体

模型试验论证。

5.2 泵站布置形式

5.2.1 由河流取水的泵站,当河道岸边坡度较缓时,宜采用引水式布置,并在引渠渠首设进水闸;当河道岸边坡度较陡时,宜采用岸边式布置,其进水建筑物前缘宜与岸边齐平或稍向水源凸出。由渠道取水的泵站,宜在取水口下游侧的渠道上设节制闸。由湖泊、水库取水的泵站,可根据岸边地形、水位变化幅度、泥沙淤积情况及对水质、水温的要求等,采用引水式或岸边式布置。

5.2.2 在具有部分自排条件的地点建排水泵站,泵站宜与排水闸合建;当建站地点已建有排水闸时,排水泵站宜与排水闸分建。排水泵站宜采用正向进水和正向出水的方式。

5.2.3 灌排结合泵站,当水位变化幅度不大或扬程较低时,可采用双向流道的泵房布置形式;当水位变化幅度较大或扬程较高时,可采用单向流道的泵房布置形式,另建配套涵闸,并与泵房之间留有适当的距离,其过流能力宜与泵站机组抽水能力相适应。

5.2.4 建于堤防处且地基条件较好的低扬程、大流量泵站,宜采用堤身式布置;扬程较高或地基条件稍差或建于重要堤防处的泵站,宜采用堤后式布置。

5.2.5 从多泥沙河流上取水的泵站,当具备自流引水沉沙、冲沙条件时,应在引渠上布置沉沙、冲沙或清淤设施;当不具备自流引水沉沙、冲沙条件时,可在岸边设低扬程泵站,布置沉沙、冲沙及其他排沙设施。

5.2.6 运行时水源有冰冻或冰凌的泵站,应有防冰、消冰、导冰等设施。

5.2.7 在深挖方地带修建泵站,应合理确定泵房的开挖深度,减少地下水对泵站运行的不利影响,并应采取必要的站区排水、泵房通风、采暖和采光等措施。

5.2.8 紧靠山坡、溪沟修建泵站,应设置排泄山洪和防止局部山

体滑坡、滚石等工程措施。

5.2.9 受地形条件限制,修建地面泵站不经济时,可布置地下泵站。地下泵站应根据地质条件,合理布置泵房、辅机房以及交通、通风、排水等设施。

5.2.10 从血吸虫疫区引水的泵站,应根据水利血防的要求,采取必要的灭螺工程措施。

6 泵 房

6.1 泵房布置

6.1.1 泵房布置应根据泵站的总体布置要求和站址地质条件,机电设备型号和参数,进、出水流道(或管道),电源进线方向,对外交通以及有利于泵房施工、机组安装与检修和工程管理等,经技术经济比较确定。

6.1.2 泵房布置应符合下列规定:

- 1 满足机电设备布置、安装、运行和检修要求;
- 2 满足结构布置要求;
- 3 满足通风、采暖和采光要求,并符合防潮、防火、防噪声、节能、劳动安全与工业卫生等技术规定;
- 4 满足内外交通运输要求;
- 5 注意建筑造型,做到布置合理,适用美观,且与周围环境相协调。

6.1.3 泵房挡水部位顶部安全加高不应小于表 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 泵房挡水部位顶部安全加高下限值(m)

运用情况	泵站建筑物级别			
	1	2	3	4、5
设计	0.7	0.5	0.4	0.3
校核	0.5	0.4	0.3	0.2

注:1 安全加高系指波浪、壅浪计算顶高程以上距离泵房挡水部位顶部的高度;

2 设计运用情况系指泵站在设计运行水位或设计洪水位时运用的情况,校核运用情况系指泵站在最高运行水位或校核洪水位时运用的情况。

6.1.4 机组间距应根据机电设备和建筑结构布置的要求确定,并应符合本规范第 9.12.2 条~第 9.12.5 条的规定。

6.1.5 主泵房长度应根据机组台数、布置形式、机组间距、边机组段长度和安装检修间的布置等因素确定,并应满足机组吊运和泵房内部交通的要求。

6.1.6 主泵房宽度应根据机组及辅助设备、电气设备布置要求,进、出水流道(或管道)的尺寸,工作通道宽度,进、出水侧必需的设备吊运要求等因素,结合起吊设备的标准跨度确定,并应符合本规范第 9.12.7 条的规定。立式机组主泵房水泵层宽度的确定,还应计及集水、排水廊道的布置要求等因素。

6.1.7 主泵房各层高度应根据机组及辅助设备、电气设备的布置,机组的安装、运行、检修,设备吊运以及泵房内通风、采暖和采光要求等因素确定,并应符合本规范第 9.12.8 条~第 9.12.10 条的规定。

6.1.8 主泵房水泵层底板高程应根据水泵安装高程和进水流道(含吸水室)布置或管道安装要求等因素确定。水泵安装高程应根据本规范第 9.1.7 条规定,结合泵房处的地形、地质条件综合确定。主泵房电动机层楼板高程应根据水泵安装高程和泵轴、电动机轴的长度等因素确定。

6.1.9 安装在机组周围的辅助设备、电气设备及管道、电缆道,其布置宜避免交叉干扰。

6.1.10 辅机房宜设置在紧靠主泵房的一端或出水侧,其尺寸应根据辅助设备布置、安装、运行和检修等要求确定,且应与泵房总体布置相协调。

6.1.11 安装检修间宜设置在主泵房内对外交通运输方便的一端(或一侧),其尺寸应根据机组安装、检修要求确定,并应符合本规范第 9.12.6 条的规定。

6.1.12 中控室附近不宜布置有强噪声或强振动的设备。

6.1.13 当主泵房分为多层时,各层楼板均应设置吊物孔,其位置应在同一垂线上,并在起吊设备的工作范围之内。吊物孔的尺寸应按吊运的最大部件或设备外形尺寸各边加 0.2m 的安全距离

确定。

6.1.14 主泵房对外至少应有 2 个出口,其中一个应能满足运输最大部件或设备的要求。

6.1.15 立式机组主泵房电动机层的进水侧或出水侧应设主通道,其他各层应设置不少于 1 个主通道。主通道宽度不宜小于 1.5m,一般通道宽度不宜小于 1.0m。卧式机组主泵房内宜在管道顶部设工作通道。斜轴式机组主泵房内宜在靠近电机处设工作通道。贯流式机组主泵房内宜在进、出水流道上部分层设工作通道。

6.1.16 当主泵房分为多层时,各层应设不少于 2 个通道。主楼梯宽度不宜小于 1.0m,坡度不宜大于 40°,楼梯的垂直净空不宜小于 2.0m。

6.1.17 立式机组主泵房内的水下各层或卧式、斜轴式、贯流式机组主泵房内,应设将渗漏水汇入集水廊道或集水井的排水沟。

6.1.18 主泵房顺水流向的永久变形缝(包括沉降缝、伸缩缝)的设置,应根据泵房结构形式、地基条件等因素确定。土基上的缝距不宜大于 30m,岩基上的缝距不宜大于 20m。缝的宽度不宜小于 20mm。

6.1.19 主泵房排架的布置,应根据机组设备安装、检修的要求,结合泵房结构布置确定。排架宜等跨布置,立柱宜布置在隔墙或墩墙上。当泵房设置顺水流向的永久变形缝时,缝的左右侧应设置排架柱。

6.1.20 主泵房电动机层地面宜铺设水磨石。泵房门窗应根据通风、采暖和采光的需要合理布置。严寒地区应采用双层玻璃窗。向阳面窗户宜有遮阳设施。受阳光直射的窗户可采用磨砂玻璃。

6.1.21 泵房屋面可根据当地气候条件和泵房通风、采暖要求设置隔热层。

6.1.22 泵站建筑物、构筑物生产的火灾危险性类别和耐火等级不应低于表 6.1.22 的规定。泵房内应设消防设施,并应符合国家

现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《水利水电工程设计防火规范》SDJ 278 的有关规定。

表 6.1.22 泵站建筑物、构筑物生产的火灾危险性类别和耐火等级

建筑物、构筑物名称		火灾危险性类别	耐火等级	
主要建筑物、构筑物	1 主泵房、辅机房及安装间	丁	二	
	2 油浸式变压器室	丙	一	
	3 干式变压器室	丁	二	
	4 配电装置室	单台设备充油量大于或等于 100 kg	丙	二
		单台设备充油量小于 100 kg	丁	二
	5 母线室、母线廊道和竖井	丁	二	
	6 中控室(含照明夹层)、继电保护屏室、自动和远动装置室、通信室	丙	二	
	7 屋外变压器场	丙	二	
	8 屋外开关站、配电装置构架	丁	二	
	9 组合电气开关站	丁	二	
	10 高压充电电缆隧道和竖井	丙	二	
	11 高压干式电力电缆隧道和竖井	丁	二	
	12 电力电缆室、控制电缆室、电缆隧道和竖井	丁	二	
	13 蓄电池室	防酸防爆型铅酸蓄电池室	丙	二
		碱性蓄电池室	丁	二
	14 贮酸室、套间及通风机室	丙	二	
	15 充放电盘室	丁	二	
	16 通风机室、空气调节设备室	戊	二	
17 供排水泵房	戊	三		
18 消防水泵室	戊	二		
辅助生产建筑物	1 油处理室	丙	二	
	2 继电保护和自动装置试验室	丙	二	
	3 高压试验室、仪表试验室	丁	二	
	4 机械试验室	丁	三	
	5 电工试验室	丁	三	
	6 机械修配厂	丁	三	
	7 水工观测仪表室	丁	二	
附属建筑物、构筑物	1 一般器材仓库	—	三	
	2 警卫室	—	三	
	3 汽车库(含消防仓库)	—	三	

6.1.23 主泵房电动机层值班地点允许噪声标准不得大于 85dB (A), 中控室和通信室在机组段内的允许噪声标准不得大于 70dB (A), 中控室和通信室在机组段外的允许噪声标准不得大于 60dB (A)。若超过上述允许噪声标准时, 应采取必要的降声、消声或隔声措施。

6.2 防渗排水布置

6.2.1 防渗排水布置应根据站址地质条件和泵站扬程等因素, 结合泵房、两岸连接结构和进、出水建筑物的布置, 设置完整的防渗排水系统。

6.2.2 土基上泵房基底防渗长度不足时, 可结合出水池布置, 在其底板设置钢筋混凝土铺盖、垂直防渗体或两者相结合的布置形式。铺盖应设永久变形缝, 且应与泵房底板永久变形缝错开布置。并应符合下列规定:

1 当泵房地基为中壤土、轻壤土或重砂壤土时, 泵房高水位侧宜采用钢筋混凝土铺盖;

2 当泵房地基为粉土、粉细砂、轻砂壤土或轻粉质砂壤土时, 泵房高水位侧宜采用铺盖和垂直防渗体相结合的布置形式。垂直防渗体宜布置在泵房底板高水位侧。在 seismic 区粉细砂地基上, 泵房底板下布置的垂直防渗体宜构成四周封闭的形式。粉土、粉细砂、轻砂壤土或轻粉质砂壤土地基除应保证渗流平均坡降和出逸坡降小于允许值外, 在渗流出口处(包括两岸侧向渗流的出口处)必须设置排水反滤层;

3 当防渗段底板下采用端承型桩时, 应采取防止底板底面接触冲刷和渗流的措施;

4 前池、进水池底板上可根据排水需要设置适量的排水孔。在渗流出口处应设置级配良好的排水反滤层。

6.2.3 铺盖长度可根据泵房基础防渗需要确定, 宜采用上、下游最大水位差的 3 倍~5 倍, 并应符合下列规定:

1 混凝土或钢筋混凝土铺盖最小厚度不宜小于**0.4m**,永久变形缝缝距可采用**8m~20m**,靠近翼墙的铺盖缝距宜采用小值。缝宽可采用**20mm~30mm**;

2 用于铺盖的防渗土工膜厚度应根据作用水头、膜下土体可能产生裂隙宽度、膜的应变和强度等因素确定,但不宜小于**0.5mm**。土工膜上应设保护层;

3 在寒冷和严寒地区,混凝土或钢筋混凝土铺盖应适当减小永久变形缝缝距。

6.2.4 当泵房地基为较薄的砂性土层或砂砾石层,其下卧层为深厚的相对不透水层时,可在泵房底板的高水位侧设置截水槽或防渗墙。截水槽或防渗墙嵌入相对不透水层的深度不应小于**1.0m**,其下卧层为岩石时,截水槽或防渗墙嵌入岩石的深度不应小于**0.5m**。在渗流出口处应设排水反滤层。当泵房地基砂砾石层较厚时,泵房高水位侧可采用铺盖和悬挂式防渗墙相结合的布置形式,在渗流出口处应设排水反滤层。当泵房地基为粒径较大的砂砾石层或粗砾夹卵石层时,泵房底板高水位侧宜设置深齿墙或深防渗墙,在渗流出口处应设排水反滤层。

6.2.5 当泵房地基的下卧层为深厚的相对透水层时,除应符合本规范第**6.2.2**条的规定外,尚应验算覆盖层抗渗、抗浮的稳定性。必要时可在渗流出口侧设置深入相对透水层的排水井或排水沟,并采取防止被淤堵的措施。

6.2.6 当地基持力层为薄层粘土和砂土互层时,除应符合本规范第**6.2.2**条的规定外,铺盖前端宜增设一道垂直防渗体,泵房低水位侧宜设排水沟或排水浅井,并采取防止被淤堵的措施。

6.2.7 岩基上泵房可根据防渗需要在底板高水位侧的齿墙下设置水泥灌浆帷幕,其后设置排水设施。

6.2.8 高扬程泵站的泵房可根据需要在其岸坡上设置通畅的自流排水沟和护坡。

6.2.9 所有顺水流向永久变形缝的水下缝段,应埋设不少于**1**道

材质耐久、性能可靠的止水片(带)。垂直止水带(片)与水平止水带(片)相交处应构成密封系统。

6.2.10 侧向防渗排水布置应根据泵站扬程,岸、翼墙后土质及地下水位变化等情况综合分析确定,并与泵站正向防渗排水布置相适应。

6.2.11 具有双向扬程的灌排结合泵站,其防渗排水布置应以扬程较高的一向为主,合理选择双向布置形式。

6.3 稳定分析

6.3.1 泵房稳定分析可采取一个典型机组段或一个联段作为计算单元。

6.3.2 用于泵房稳定分析的荷载应包括自重、水重、静水压力、扬压力、土压力、淤沙压力、浪压力、风压力、冰压力、土的冻胀力、地震荷载及其他荷载等,其计算应符合下列规定:

1 自重包括泵房结构自重、填料重量和永久设备重量;

2 水重应按其实际体积及水的重度计算。静水压力应根据各种运行水位计算。对于多泥沙河流,应计及含沙量对水的重度的影响;

3 扬压力应包括浮托力和渗透压力。渗透压力应根据地基类别,各种运行情况下的水位组合条件,泵房基础底部防渗、排水设施的布置情况等因素计算确定。对于土基,宜采用改进阻力系数法计算;对于岩基,宜采用直线分布法计算;

4 土压力应根据地基条件、回填土性质、挡土高度、填土内的地下水位、泵房结构可能产生的变形情况等因素,按主动土压力或静止土压力计算。计算时应计及填土顶面坡角及超载作用;

5 淤沙压力应根据泵房位置、泥沙可能淤积的情况计算确定;

6 浪压力应根据泵房前风向、风速、风区长度(吹程)、风区内的平均水深以及泵房前实际波态的判别等计算确定。波浪要素可

采用莆田试验站公式计算确定。当浪压力参与荷载的基本组合时,计算风速可采用当地气象台站提供的重现期为 50a 的年最大风速;当浪压力参与荷载的特殊组合时,计算风速可采用当地气象台站提供的多年平均年最大风速;

7 风压力应根据当地气象台站提供的风向、风速和泵房受风面积等计算确定。计算风压力时应考虑泵房周围地形、地貌及附近建筑物的影响;

8 冰压力、土的冻胀力、地震荷载可按现行行业标准《水工建筑物荷载设计规范》DL 5077 的有关规定计算确定;

9 其他荷载可根据工程实际情况确定。

6.3.3 设计泵房时应将可能同时作用的各种荷载进行组合。地震荷载不应与校核运用水位组合。用于泵房稳定分析的荷载组合应按表 6.3.3 的规定采用,必要时还应考虑其他可能的不利组合。

表 6.3.3 荷载组合

荷载组合	计算工况	荷载											
		自重	水重	静水压力	扬压力	土压力	淤沙压力	浪压力	风压力	冰压力	土的冻胀力	地震荷载	其他荷载
基本组合	完建	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓
	设计运用	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	✓
	冰冻	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	—	✓
特殊组合	施工	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓
	检修	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	✓
	校核运用	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—
	地震	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	✓	—

6.3.4 泵房沿基础底面的抗滑稳定安全系数应按下式计算,并应符合下列规定:

土基或岩基:
$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H} \quad (6.3.4-1)$$

$$\text{土基: } K_c = \frac{\tan \phi_0 \Sigma G + C_0 A}{\Sigma H} \quad (6.3.4-2)$$

$$\text{岩基: } K_c = \frac{f \Sigma G + C' A}{\Sigma H} \quad (6.3.4-3)$$

式中 K_c ——抗滑稳定安全系数；

ΣG ——作用于泵房基础底面以上的全部竖向荷载(包括泵房基础底面上的扬压力在内, **kN**)；

ΣH ——作用于泵房基础底面以上的全部水平向荷载(**kN**)；

A ——泵房基础底面面积(**m²**)；

f ——泵房基础底面与地基之间的摩擦系数,可按试验资料确定;当无试验资料时,可按本规范附录 A 第 A.0.1 条、第 A.0.3 条的规定采用；

ϕ_0 ——土基上泵房基础底面与地基之间摩擦角(**°**)；

C_0 ——土基上泵房基础底面与地基之间的粘结力(**kPa**)；

f ——岩基上泵房基础底面与地基之间的抗剪断摩擦系数；

C' ——岩基上泵房基础底面与地基之间的抗剪断粘结力(**kPa**)。

1 对于土基, ϕ_0 、 C_0 值可根据室内抗剪试验资料,按本规范第 A.0.2 条的规定采用。按第 A.0.2 条的规定采用 ϕ_0 值和 C_0 值时,应按下式折算泵房基础底面与土质地基之间的综合摩擦系数。对于粘性土地基,如折算的综合摩擦系数大于 0.45,或对于砂性土地基,如折算的综合摩擦系数大于 0.5,采用的 ϕ_0 值和 C_0 值均应有论证；

$$f_0 = \frac{\tan \phi_0 \Sigma G + C_0 A}{\Sigma G} \quad (6.3.4-4)$$

式中: f_0 ——泵房基底面与土质地基之间的综合摩擦系数。

2 对于岩基,泵房基础底面与岩石地基之间的抗剪断摩擦系数 f 值和抗剪断粘结力 C' 值可根据试验成果,并参照类似工程实

实践经验及表 A.0.3 所列值选用。但选用的 f' 值和 C' 值不应超过泵房基础混凝土本身的抗剪断参数值。对重要的大型泵站应进行现场试验；

3 当泵房受双向水平力荷载作用时,应核算其沿合力方向的抗滑稳定性,其抗滑稳定安全系数不应小于本规范第 6.3.5 条规定的允许值；

4 当泵房地基持力层为较深厚的软弱土层,且其上竖向作用荷载较大时,应核算泵房连同地基的部分土体沿深层滑动面滑动的抗滑稳定性；

5 对于岩基,若有不利于泵房抗滑稳定的缓倾角软弱夹层或断裂面存在时,应核算泵房沿可能组合滑裂面滑动的抗滑稳定性。

6.3.5 泵房沿基础底面抗滑稳定安全系数允许值应按表 6.3.5 采用。

表 6.3.5 抗滑稳定安全系数允许值

地基类别	荷载组合		泵站建筑物级别				适用公式
			1	2	3	4、5	
土基	基本组合		1.35	1.30	1.25	1.20	适用于公式 (6.3.4-1) 或公式(6.3.4-2)
	特殊组合	I	1.20	1.15	1.10	1.05	
		II	1.10	1.05	1.05	1.00	
岩基	基本组合		1.10	1.08		1.05	适用于公式 (6.3.4-1)
	特殊组合	I	1.05	1.03		1.00	
		II	1.00				
	基本组合		3.00				用于公式 (6.3.4-3)
	特殊组合	I	2.50				
		II	2.30				

注:特殊组合 I 适用于施工工况、检修工况和非常运用工况,特殊组合 II 适用于地震工况。

6.3.6 泵房抗浮稳定安全系数应按下式计算：

$$K_f = \frac{\sum V}{\sum U} \quad (6.3.6)$$

式中： K_f ——抗浮稳定安全系数；

ΣV ——作用于泵房基础底面以上的全部重力(kN)；

ΣU ——作用于泵房基础底面上的扬压力(kN)。

6.3.7 泵房抗浮稳定安全系数的允许值，不分泵站级别和地基类别，基本荷载组合下不应小于 1.10，特殊荷载组合下不应小于 1.05。

6.3.8 泵房基础底面应力应根据泵房结构布置和受力情况等因素计算确定。

1 当结构布置及受力情况对称时，应按下式计算：

$$p_{\min}^{\max} = \frac{\Sigma G}{A} \pm \frac{\Sigma M}{W} \quad (6.3.8-1)$$

式中： p_{\min}^{\max} ——泵房基础底面应力的最大值或最小值(kPa)；

ΣM ——作用于泵房基础底面以上的全部竖向和水平向荷载对于基础底面垂直水流向的形心轴的力矩(kN·m)；

W ——泵房基础底面对于该底面垂直水流向的形心轴的截面矩(m³)。

2 当结构布置及受力情况不对称时，应按下式计算：

$$p_{\min}^{\max} = \frac{\Sigma G}{A} \pm \frac{\Sigma M_x}{W_x} \pm \frac{\Sigma M_y}{W_y} \quad (6.3.8-2)$$

式中： ΣM_x 、 ΣM_y ——作用于泵房基础底面以上的全部水平向和竖向荷载对于基础底面形心轴 x 、 y 的力矩(kN·m)；

W_x 、 W_y ——泵房基础底面对于该底面形心轴 x 、 y 的截面矩(m³)。

6.3.9 各种荷载组合情况下的泵房基础底面应力应符合下列规定：

1 土基泵房基础底面平均基底应力不应大于地基允许承载力，最大基底应力不应大于地基允许承载力的 1.2 倍，泵房基础底

面应力不均匀系数的计算值不应大于表 6.3.9 规定的允许值,在地震情况下,泵房地基持力层允许承载力可适当提高;

2 对于岩基,泵房基础底面最大基底应力不应大于地基允许承载力,泵房基础底面应力不均匀系数可不控制,但在非地震情况下基础底面边缘的最小应力不应小于零,在地震情况下基础底面边缘的最小应力不应小于-100kPa。

表 6.3.9 不均匀系数的允许值

地基土质	荷载组合	
	基本组合	特殊组合
松软	1.5	2.0
中等坚实	2.0	2.5
坚实	2.5	3.0

注:1 对于重要的大型泵站,不均匀系数的允许值可按表列值适当减小;

2 对于地震工况,不均匀系数的允许值可按表中特殊组合栏所列值适当增大。

6.4 地基计算及处理

6.4.1 泵房地基应满足承载能力、稳定和变形的要求。地基计算的荷载组合可按本规范第 6.3.3 条的规定选用。地基计算应包括下列内容:

- 1 地基渗流稳定性验算;
- 2 地基整体稳定计算;
- 3 地基沉降计算。

6.4.2 泵房地基应优先选用天然地基。标准贯入击数小于 4 击的粘性土地基和标准贯入击数小于或等于 8 击的砂性土地基,不得作为天然地基。当泵房地基岩土的各项物理力学性能指标较差,且工程结构又难以协调适应时,可采用人工地基。

6.4.3 泵房不宜建在半岩半土或半硬半软地基上;否则,应采取可靠的工程措施。

6.4.4 土基上泵房和取水建筑物的基础埋置深度,宜在最大冲刷深度以下 **0.5m**,采取防护措施后可适当提高。

6.4.5 位于季节性冻土地区土基上的泵房和取水建筑物,基础埋置深度应大于该地区最大冻土深度。

6.4.6 地基土的剪切试验方法可按表 **6.4.6** 的规定选用。室内试验宜减少取样和试验操作过程中可能造成的误差,试验指标的取值宜采用小值平均值。

表 6.4.6 地基土的剪切试验方法

地基土类别	剪切试验方法	
	饱和快剪	饱和固结快剪
标准贯入击数 ≥ 4 击的粘土和壤土	验算施工期不超过一年的完建期地基强度	验算运用期和施工期超过一年的完建期地基强度
标准贯入击数 < 4 击的软土、软土夹薄层砂等	验算尚未完全固结状态的地基强度	验算完全固结状态的地基强度
标准贯入击数 > 8 击的砂土和砂壤土	验算施工期不超过一年或土层较厚的完建期地基强度(直接快剪)	验算运用期和施工期超过一年或土层较薄的完建期地基强度
标准贯入击数 ≤ 8 击的松砂、砂壤土和粉细砂夹薄层软土等	验算施工期不超过一年或土层较厚的完建期地基强度(三轴不排水剪)	

注:1 重要的大型泵站的粘性土地基应同时采用相应排水条件的三轴剪切试验方法验证;

2 软粘土地基可采用野外十字板剪切试验方法;

3 回填土可采用饱和快剪试验方法。

6.4.7 泵房地基允许承载力应根据站址处地基原位或室内试验数据,按本规范附录 **B** 第 **B.1** 节所列公式计算确定。

6.4.8 当泵房地基持力层内存在软弱土层时,除应满足持力层的允许承载力外,还应对软弱土层的允许承载力进行核算,并按下式进行计算。复杂地基上大型泵房地基允许承载力计算,应作专门论证确定。

$$p_c + p_z = [R_z] \quad (6.4.8)$$

式中： p_c ——软弱土层顶面处的自重应力(kPa)；

p_z ——软弱土层顶面处的附加应力(kPa)，可将泵房基础底面应力简化为竖向均布、竖向三角形分布和水平向均布等情况，按条形或矩形基础计算确定；

$[R_z]$ ——软弱土层的允许承载力(kPa)。

6.4.9 当泵房基础受振动荷载影响时，其地基允许承载力应按下式进行修正：

$$[R'] \leq \psi [R] \quad (6.4.9)$$

式中： $[R']$ ——在振动荷载作用下的地基允许承载力(kPa)；

$[R]$ ——在静荷载作用下的地基允许承载力(kPa)；

ψ ——振动折减系数，可按0.8~1.0选用。高扬程机组的基础可采用小值，低扬程机组的块基型整体式基础可采用大值。

6.4.10 泵房地基最终沉降量可按下式进行计算。地基压缩层的计算深度可按计算层面处附加应力与自重应力之比等于0.1~0.2(坚实地基取大值，软土地基取小值)的条件确定。当其下尚有压缩性较大的土层时，地基压缩层的计算深度应计至该土层的底面。

$$S_{\infty} = m \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i \quad (6.4.10)$$

式中： S_{∞} ——地基最终沉降量(mm)；

m ——地基沉降量修正系数，可采用1.0~1.6(坚实地基取小值，软土地基取大值)；

i ——土层号；

n ——地基压缩层范围内的土层数；

e_{1i} ——泵房基础底面以下第*i*层土在平均自重应力作用下的孔隙比；

e_{2i} ——泵房基础底面以下第*i*层土在平均自重应力、平均附加应力共同作用下的孔隙比；

h_i ——第 i 层土的厚度(mm)。

6.4.11 泵房地基允许沉降量和沉降差,应根据工程具体情况分析确定,满足泵房结构安全和不影响泵房内机组的正常运行。

6.4.12 凡属下列情况之一者,可不进行地基沉降计算:

1 岩石地基;

2 砾石、卵石地基;

3 中砂、粗砂地基;

4 大型泵站标准贯入击数大于 15 击的粉砂、细砂、砂壤土、壤土及粘土地基;

5 中型泵站标准贯入击数大于 10 击的壤土及粘土地基。

6.4.13 泵房的地基处理方案应综合考虑地基土质、泵房结构特点、施工条件、环境保护和运行要求等因素,宜按本规范附录 B 表 B.2.1,经技术经济比较选定。换填垫层法、振冲法、强力夯实法、水泥土搅拌法、桩基础和沉井基础等常用地基处理设计应符合现行行业标准《水闸设计规范》SL 265、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的有关规定。

6.4.14 泵房地基中有可能发生“液化”的土层宜挖除。当该土层难以挖除时,宜采用振冲法或强力夯实法等处理措施,也可结合地基防渗要求,采用板桩或连续墙围封等措施。

6.4.15 泵房地基为湿陷性黄土地基,可采用强力夯实、换土垫层、灰土桩挤密、桩基础或预浸水等方法处理,并应符合现行行业标准《水闸设计规范》SL 265、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的有关规定。泵房基础底面下应有必要的防渗设施。

6.4.16 泵房地基为膨胀土地基,在满足泵房布置和稳定安全要求的前提下,应减小泵房基础底面积,增大基础埋置深度,也可将膨胀土挖除,换填无膨胀性土料垫层,或采用桩基础。

6.4.17 泵房地基为岩石地基,应清除表层松动、破碎的岩块,并

对夹泥裂隙和断层破碎带进行处理。对喀斯特地基,应进行专门处理。

6.5 主要结构计算

6.5.1 泵房底板、进出水流道、机墩、排架、吊车梁等主要结构,可根据工程实际情况,简化为二维结构进行计算。必要时,可按三维结构进行计算。

6.5.2 用于泵房主要结构计算的荷载及荷载组合除应按本规范第6.3.2条、第6.3.3条的规定采用外,还应根据结构的实际受力条件,分别计入机电设备动力荷载、雪荷载、楼面可变荷载、吊车荷载、屋面可变荷载、温度荷载以及其他设备可变荷载。

6.5.3 泵房底板应力可根据受力条件和结构支承形式等情况,按弹性地基上的板、梁或框架结构进行计算,并应符合下列规定:

1 对于土基上的泵房底板,可采用反力直线分布法或弹性地基梁法。相对密度小于或等于0.50的砂土地基,可采用反力直线分布法;粘性土地基或相对密度大于0.50的砂土地基,可采用弹性地基梁法。当采用弹性地基梁法计算时,应根据可压缩土层厚度与弹性地基梁之半的比值,选用相应的计算方法。当比值小于0.25时,可按基床系数法(文克尔假定)计算;当比值大于2.0时,可按半无限深的弹性地基梁法计算;当比值为0.25~2.0时,可按有限深的弹性地基梁法计算。当底板的长度和宽度均较大,且两者较接近时,可按交叉梁系的弹性地基梁法计算;

2 对于岩基上的泵房底板,可按基床系数法计算。

6.5.4 当土基上泵房底板采用有限深或半无限深的弹性地基梁法计算时,可按下列情况考虑边荷载的作用:

1 当边荷载使泵房底板弯矩增加时,宜计及边荷载的全部作用;

2 当边荷载使泵房底板弯矩减少时,在粘性土地基上可不计边荷载的作用,在砂性土地基上可只计边荷载的50%。

6.5.5 肘形、钟形进水流道和直管式、屈膝式、猫背式、虹吸式出水流道的应力,可根据各自的结构布置、断面形状和作用荷载等情况,按单孔或多孔框架结构进行计算,并应符合下列规定:

1 若流道壁与泵房墩墙联为一整体结构,且截面尺寸又较大时,计算中应考虑其厚度的影响;

2 当肘形进水流道和直管式出水流道由导流隔水墙分割成双孔矩形断面时,亦可按对称框架结构进行应力计算;

3 当虹吸式出水流道的上升段承受较大的纵向力时,除应计算横向应力外,还应计算纵向应力。

6.5.6 双向进、出水流道应力,可分别按肘形进水流道和直管式出水流道进行计算。

6.5.7 混凝土蜗壳式出水流道应力,可简化为平面“Γ”形刚架、环形板或双向板结构进行计算。

6.5.8 机墩结构形式可根据机组特性和泵房结构布置等因素选用。机墩强度可按正常运用和短路两种荷载组合分别进行计算。对于高扬程泵站,计算机墩稳定时,应计入出水管道水柱的推力,并应设置必要的抗推移设施。

6.5.9 立式机组机墩可接单自由度体系的悬臂梁结构进行共振、振幅和动力系数的验算。卧式机组机墩可只进行垂直振幅的验算。单机功率在 1600kW 以下的立式轴流泵机组和单机功率在 500kW 以下的卧式离心泵组成,其机墩可不进行动力计算。对共振的验算,要求机墩强迫振动频率与自振频率之差和自振频率的比值不小于 20%;对振幅的验算,应分析阻尼的影响,要求最大垂直振幅不超过 0.15mm,最大水平振幅不超过 0.20mm;对动力系数的验算,可忽略阻尼的影响,要求动力系数的验算结果为 1.3~1.5。

6.5.10 泵房排架应力可根据受力条件和结构支承形式等情况进行计算。对于室型泵房,当水下侧墙刚度与排架柱刚度的比值小于或等于 5.0 时,墙与柱可联合计算;当水下侧墙刚度与排架柱刚

度的比值大于 5.0 时,墙与柱可分开计算。泵房排架应具有足够的刚度。在各种情况下,排架顶部侧向位移不应超过 10mm。

6.5.11 吊车梁结构形式可根据泵房结构布置、机组安装和设备吊运要求等因素选用。负荷重量大的吊车梁,宜采用预应力钢筋混凝土结构或钢结构,并应符合下列规定:

1 吊车梁设计中,应考虑吊车启动、运行和制动时产生的影响,并应控制吊车梁的最大计算挠度不超过计算跨度的 1/600(钢筋混凝土结构)或 1/700(钢结构);

2 对于钢筋混凝土吊车梁,还应验算裂缝开展宽度,要求最大裂缝宽度不超过 0.30mm;

3 吊车梁与柱连接的设计,应满足支座局部承压、抗扭及抗倾覆要求;

4 负荷重量不大的吊车梁,可套用标准设计图集。

7 进出水建筑物

7.1 引 渠

7.1.1 泵站引渠的线路应根据选定的取水口及泵房位置,结合地形地质条件,经技术经济比较选定,并应符合下列规定:

1 渠线宜避开地质构造复杂、渗透性强和有崩塌可能的地段,也宜避开在冻胀性、湿陷性、膨胀性、分散性、松散坡积物以及可溶盐土壤上布置渠线。若无法避免时,则应采取相应的工程措施。渠身宜座落在挖方地基上,少占耕地;

2 渠线宜顺直。当需设弯道时,土渠弯道半径不宜小于渠道水面宽的 5 倍,石渠及衬砌渠道弯道半径不宜小于渠道水面宽的 3 倍,弯道终点与前池进口之间宜有直线段,长度不宜小于渠道水面宽的 8 倍,直线段长度小于 8 倍时,宜采取工程措施:

3 渠线宜避免穿过集中居民点、高压线塔、重点保护文物、军用通信线路、油气地下管网以及重要的铁路、公路等;

4 山区渠道宜沿等高线布置,采用明渠与明流隧洞或暗渠、渡槽、倒虹吸相结合的布置,避免深挖高填。

7.1.2 引渠纵坡和断面应根据地形、地质、水力、输沙能力和工程量等条件计算确定,并应满足引水流量,行水安全,渠床不冲、不淤和引渠工程量小等要求。

7.1.3 引渠末段的超高应按突然停机,压力管道倒流水量与引渠来水量共同影响下水位壅高的正波计算确定。必要时设置退水设施。

7.1.4 渗漏严重的土质引渠应采取防渗措施;边坡稳定性差的岩质或土岩结合引渠,应采取防护措施;季节性冻土地区的土质引渠

采用衬砌时,应采取抗冻胀措施。

7.2 前池及进水池

7.2.1 泵站前池布置应满足水流顺畅、流速均匀、池内不得产生涡流的要求,宜采用正向进水方式。正向进水的池,扩散角应小于 40° ,底坡不宜陡于 $1:4$ 。

7.2.2 侧向进水的池,宜设分水导流设施,可通过水工模型试验验证。

7.2.3 多泥沙河流上的泵站前池应设隔墩分为多条进水道,每条进水道通向单独的进水池。在进水道首部应设进水闸及拦沙或水力排沙设施。设有沉沙池的泵站,出池泥沙允许粒径不宜大于 0.05mm 。

7.2.4 多级泵站前池顶高可根据上、下级泵站流量匹配的要求,在最高运行水位以上预留调节高度确定。前池或引渠末段宜设事故停机泄水设施。

7.2.5 泵站进水池的布置形式应根据地基、流态、含沙量、泵型及机组台数等因素,经技术经济比较确定,可选用开敞式、半隔墩式、全隔墩式矩形池或圆形池。多泥沙河流上宜选用圆形池,每池供一台或两台水泵抽水。

7.2.6 进水池设计应使池内流态良好,满足水泵进水要求,且便于清淤和管理维护。

7.2.7 进水池的水下容积可按共用该进水池的水泵 30 倍~ 50 倍设计流量确定。

7.2.8 岸墙、翼墙、拦污栅桥等建筑物的稳定、应力分析可按现行行业标准《水闸设计规范》SL 265、《水工挡土墙设计规范》SL 379等的有关规定进行。

7.3 出水管道

7.3.1 泵房外出水管道的布置,应根据泵站总体布置要求,结合

地形、地质条件确定。管线应短而直,水力损失小,管道施工及运行管理应方便。管型、管材及管道根数等应经技术经济比较确定。出水管道应避免地质不良地段,否则应采取安全可靠的工程措施。铺设在填方上的管道,填方应压实处理,做好排水设施。管道跨越山洪沟道时,应满足防洪要求。

7.3.2 出水管道的转弯角宜小于 60° ,转弯半径宜大于 2 倍管径。管道在平面和立面上均需转弯且其位置相近时,宜合并成一个空间转弯角。管顶线宜布置在最低压力坡度线下,压力不小于 0.02MPa 。当出水管道线路较长时,应在管线隆起处设置排(补)气阀,其数量和直径应经计算确定。当管线竖向布置平缓时,宜间隔 1000m 左右设置一处通气设施。

7.3.3 出水管道的出口上缘应淹没在出水池最低运行水位以下 $0.1\text{m}\sim 0.2\text{m}$ 。出水管道出口处应设置断流设施。

7.3.4 明管设计应符合下列规定:

1 明管转弯处、分岔处、不同管材接头处和明管直线段较长时应设置镇墩;

1)在明管直线段上设置的镇墩,其间距不宜超过 100m ;

2)两镇墩之间的管道可用支墩或管座支承。镇墩、支墩或管座的地基应坚实稳定;

3)两镇墩之间的管道应设伸缩节,伸缩节应布置在上端。

2 管道支墩的形式和间距应经技术分析和经济比较确定。除伸缩节附近处,其他各支墩宜采用等间距布置。预应力钢筋混凝土管道应采用连续管座或每节设 2 个支墩;

3 管间净距不应小于 0.8m ,钢管底部应高出管道槽地面 0.6m ,预应力钢筋混凝土管承插口底部应高出管槽地面 0.3m 。其他材料的管承插口应预留安装、检修高度;

4 管槽宜设排水沟,坡面宜护砌。当管槽纵向坡度较陡时,沿管线应设人行阶梯便道,其宽度不宜小于 1.0m ;

5 当管径大于或等于 1.0m 、且管道较长时,应设检查孔。每

条管道设置的检查孔不宜少于 2 个。其间距宜为 150m；

6 在严寒地区冬季运行时,可根据需要对管道采取防冻保温措施；

7 跨越堤防的明管,不宜在堤身上设置镇墩。

7.3.5 埋管设计应符合下列规定：

1 埋管管顶最小埋深应在耕植线或最大冻土深度以下；

2 埋管宜采用连续垫座,垫座包角可取 $90^{\circ}\sim 135^{\circ}$ ；

3 管间净距不应小于 0.8m；

4 埋入地下的钢管应做防锈处理；当地下水或土壤对管材有侵蚀作用时,应采取防腐措施；

5 埋管应设检查孔,每条管道不宜少于 2 个；

6 埋管穿越天然河流、沟道时,埋深宜在最大冲刷深度以下 0.5m,采取防护措施后可适当提高。

7.3.6 钢管管身应采用镇静钢。焊条性能应与母材相适应。焊接成型的钢管应进行焊缝探伤检查和水压试验。

7.3.7 钢筋混凝土管道设计应符合下列规定：

1 预应力钢筋混凝土强度等级不应低于 C40,预制钢筋混凝土强度等级不应低于 C25,现浇钢筋混凝土强度等级不应低于 C20；

2 现浇钢筋混凝土管道伸缩缝的间距应按纵向应力计算确定,且不宜大于 20 m。在软硬两种地基交界处应设置伸缩缝或沉降缝。

3 预制钢筋混凝土管道、预应力钢筋混凝土管道及预应力钢管混凝土管道在直线段每隔 50m~100m 宜设一个安装活接头。管道转弯和分岔处宜采用钢管件连接,并设置镇墩。

7.3.8 管道上作用的荷载应包括自重、水重、水压力、土压力、地下水压力、地面可变荷载、温度荷载、镇墩和支墩不均匀沉降引起的力、施工荷载、地震荷载等。管道结构分析的荷载组合可按表 7.3.8 采用。

表 7.3.8 管道结构分析的荷载组合

管道铺设形式	荷载组合	计算工况	荷载													
			管自重	满管水重	正常水压力	最高水压力	最低水压力	试验水压力	土压力	地下水压力	地面可变荷载	温度荷载	镇墩、支墩不均匀沉降力	施工荷载	地震荷载	
明管	基本组合	设计运用	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓	—	—
	特殊组合	校核运用 I	✓	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓	✓	—	—
		校核运用 II	✓	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	✓	✓	—	—
		水压试验	✓	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—
		施工	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—
		地震	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓	—	✓
	基本组合	设计运用	✓	✓	✓	—	—	—	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
埋管	基本组合	管道放空	✓	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
		校核运用 I	✓	✓	—	✓	—	—	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
	特殊组合	校核运用 II	✓	✓	—	—	✓	—	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
		水压试验	✓	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—
		施工	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—
		地震	✓	✓	✓	—	—	—	✓	✓	✓	—	—	—	—	✓

注：正常水压力系指设计运用情况或地震情况下作用于管道内壁的内水压力；最高、最低水压力系指因事故停泵等水力过渡过程中(校核运用情况)出现在管道内壁的最大、最小内水压力。

7.3.9 出水管道应进行包括水力损失及水锤在内的水力计算。

7.3.10 明设光面钢管抗外压稳定的最小安全系数可取 2.0,有加劲环的钢管可取 1.8。

7.3.11 明设光面钢管管壁最小厚度,不宜小于下式计算值。设计采用的管壁厚度应考虑锈蚀、磨损等因素的影响,按其计算值增加1mm~2mm。受泥沙磨损、腐蚀较严重的钢管,对其管壁厚度的确定应作专门论证。

$$\delta = \frac{D}{130} \quad (7.3.11)$$

式中 δ ——管壁厚度(mm);
 D ——钢管内径(mm)。

7.3.12 钢管管壁、加劲环及支承环的应力分析,可按现行行业标准《水电站压力钢管设计规范》SL 281 的有关规定执行。

7.3.13 岔管布置宜采用丫型、卜型或三分岔型。对于管径大、水头高的岔管也可采用其他形式。

7.3.14 镇墩和支墩的地基处理与否应根据地质条件确定。在季节性冻土地区,其埋置深度应大于最大冻土深度,镇墩和支墩四周回填土料宜采用砂砾料。

7.3.15 镇墩应进行抗滑、抗倾稳定及地基强度验算,并应符合下列规定:

1 镇墩抗滑稳定安全系数的允许值:基本荷载组合下不应小于1.30,特殊荷载组合下不应小于1.10;

2 抗倾稳定安全系数的允许值:基本荷载组合下不应小于1.50,特殊荷载组合下不应小于1.20。

7.4 出水池及压力水箱

7.4.1 出水池的位置应结合站址、管线及输水渠道的位置进行选择。宜选在地形条件好、地基坚实稳定、渗透性小、工程量少的地点。如出水池必须建在填方上时,填土应碾压密实,并应采取防渗措施。

7.4.2 当受地形条件限制采用出水池与输水渠联接困难时,可设置出水塔以渡槽与输水渠连接。

7.4.3 出水池布置应符合下列规定：

- 1** 池内水流应顺畅、稳定,水力损失小;
- 2** 出水池建在膨胀土或湿陷性黄土等不良地基上时,应进行地基处理;
- 3** 出水池底宽大于渠道底宽时,应设渐变段连接,渐变段的收缩角宜小于 40° ;
- 4** 出水池池中流速不应超过 2.0m/s ,且不应出现水跃。

7.4.4 出水塔应符合下列规定：

- 1** 出水塔应布置在稳定的基础上;
- 2** 塔身结构尺寸应满足出水管布置及检修要求,出水管口高程宜略高于塔内水位;
- 3** 应进行基础和塔身稳定计算。

7.4.5 压力水箱应建在坚实基础上,并应与泵房或出水管道连接牢固。压力水箱的尺寸应满足闸门安装和检修的要求。

8 其他形式泵站

8.1 一般规定

8.1.1 当水源水位变化幅度在 10m 以上时,可采用竖井式泵站、缆车式泵站、浮船式泵站、潜没式泵站等其他形式泵站。

8.1.2 其他形式泵站可根据水位变化幅度、涨落速度、水流流速等,经技术经济比较后合理采用。

8.2 竖井式泵站

8.2.1 当河岸坡度较陡,地质条件较好,洪枯水期岸边水深和泵站提水流量均较大时,宜采用岸边取水的集水井与泵房合建的竖井式泵站。在岩基或坚实土基上,集水井与泵房可呈阶梯形布置;在中等坚实土基上,集水井与泵房宜呈水平布置。当河岸坡度较缓,地质条件较差,洪枯水期岸边有足够的水深,泵站提水流量不大,且机组启动要求不高时,可采用岸边取水的集水井与泵房分建的竖井式泵站。

8.2.2 无论集水井与泵房合建或分建,其取水建筑物的布置应符合下列规定:

1 取水口上部的工作平台设计高程应按校核洪水位加波浪高度和 0.5m 的安全加高确定;

2 最低的取水口下缘距离河底高度应根据河流水文、泥沙特性及河床稳定情况等因素确定,但侧面取水口下缘距离河底高度不得小于 0.5m,正面取水口下缘距离河底高度不得小于 1.0m;

3 集水井应分格,每格应设置不少于 2 道的拦污、清污设施;

4 集水井的进水管数量不宜少于 2 根,其管径应按最低运行水位时的取水要求,经水力计算确定;

5 从多泥沙河流上取水,应设分层取水口,且在集水井内设排沙设施;

6 对于运行时水源有冰冻、冰凌的泵站,应设防冰、消冰、导冰设施。

8.2.3 当取水河段主流不靠岸,且河岸坡度平缓,枯水期岸边水深不足时,可采用河心取水的竖井式泵站。除取水建筑物的布置应符合本规范第 8.2.2 条的规定外,还应设置与河岸相通的工作桥。

8.2.4 竖井式泵房宜采用圆形。泵房内机组台数不宜多于 4 台。井壁顶部应设起吊运输设备。泵房内可不另设检修间。

8.2.5 竖井式泵房内应设安全方便的楼梯。总高度大于 20m 的竖井式泵房,宜设置电梯。泵房窗户应根据泵房内通风、采暖和采光的需要合理布置。当自然通风量不足时,可采用机械通风。

8.2.6 竖井式泵房内应有与机组隔开的操作室。操作室内应设置减噪声设施。

8.2.7 竖井式泵房的底板、井壁等结构应满足抗渗要求,连接部位止水措施应耐久可靠。

8.2.8 竖井式泵站的泵房底板、集水井、栈桥桥墩等基础埋置深度,宜在最大冲刷深度以下 0.5m,采取防护措施后可适当提高。

8.2.9 竖井式泵房应建在坚实的地基上,否则应进行地基处理。竖井式泵房的抗滑稳定安全系数的计算及允许值应符合本规范第 6.3.4 条和第 6.3.5 条的规定,抗浮稳定安全系数的计算及允许值应符合本规范第 6.3.6 条和第 6.3.7 条的规定,基础底面应力不均匀系数的计算及允许值应符合本规范第 6.3.8 条和第 6.3.9 条的规定。

8.3 缆车式泵站

8.3.1 缆车式泵站的位置应符合下列规定:

- 1 河流顺直,主流靠岸,岸边水深不应小于 1.2m;

2 应避开回水区域或岩坡凸出地段；
3 河岸稳定，地质条件较好，岸坡坡比应在 1:2.5~1:5 之间；

4 漂浮物应少，且不易受漂木、浮筏或船只的撞击。

8.3.2 缆车式泵站布置应符合下列规定：

1 泵车数不应少于 2 台，每台泵车宜布置 1 条输水管；

2 泵车的供电电缆(或架空线)和输水管不应布置在同一侧；

3 变配电设施、对外交通道路应布置在校核洪水位以上，绞车房的位置应能将泵车上移到校核洪水位以上；

4 坡道坡度应与岸坡坡度接近，对坡道附近的上、下游天然岸坡亦应按所选坡道坡度进行整理，坡道面应高出上、下游岸坡 0.3m~0.4m，坡道应有防冲设施；

5 在坡道两侧应设置人行阶梯便道，在岔管处应设工作平台；

6 泵车上宜有拦污、清污设施。从多泥沙河流上取水，宜另设供应清水的技术供水系统。

8.3.3 每台泵车上宜装置水泵 2 台，机组应交错布置。

8.3.4 泵车车体竖向布置宜成阶梯形。泵车房的净高应满足设备布置和起吊的要求。泵车每排桁架下面的滚轮数宜为 2 个~6 个(取双数)，车轮宜选用双凸缘形。泵车上应设减震器。

8.3.5 泵车的结构设计除应进行静力计算外，还应进行动力分析，验算共振和振幅。结构的强迫振动频率与自振频率之差和自振频率的比值不应小于 30%；振幅应符合现行行业标准《机器动荷载作用下建筑物承重结构的振动计算和隔振设计规程》YSJ 009 的有关规定。

8.3.6 泵车应设保险装置。根据牵引力大小，可采用挂钩式或螺栓夹板式保险装置。

8.3.7 水泵吸水管可根据坡道形式和坡度进行布置。采用桥式坡道时，吸水管可布置在车体的两侧；采用岸坡式坡道时，吸水管

宜布置在车体迎水的正面。

8.3.8 水泵出水管道应沿坡道布置。岸坡式坡道可采用埋设方式；桥式坡道可采用架设方式。水泵出水管均应装设闸阀。出水管并联后应与联络管相接。联络管宜采用曲臂式，管径小于400mm时，可采用橡胶管。出水管上还应设置若干个接头岔管，最低、最高岔管位置应满足设计取水要求。接头岔管间的高差：当采用曲臂联络管时，可取2.0m~3.0m；当采用其他联络管时，可取1.0m~2.0m。

8.4 浮船式泵站

8.4.1 浮船式泵站的位置应符合下列规定：

- 1 水流应平稳，河面宽阔，且枯水期水深不应小于1.0m；
- 2 应避开顶冲、急流、大回流和大风浪区以及与支流交汇处，且与主航道保持一定距离；
- 3 河岸应稳定，岸坡坡度应在1:1.5~1:4之间；
- 4 漂浮物应少，且不易受漂木、浮筏或船只的撞击；
- 5 附近应有可利用作检修场地的平坦河岸。

8.4.2 浮船的形式应根据泵站的重要性、运行要求、材料供应及施工条件等因素，经技术经济比较选定。

8.4.3 浮船布置应包括机组设备间、船首和船尾等部分。当机组容量较大、台数较多时，宜采用下承式机组设备间。浮船首尾甲板长度应根据安全操作管理的需要确定，且不应小于2.0m。首尾舱应封闭，封闭容积应根据船体安全要求确定。

8.4.4 浮船的设备布置应紧凑合理，满足船体平衡与稳定的要求。不能满足要求时，应采取平衡措施。

8.4.5 浮船的型线和主尺度(包括吃水深、型宽、船长、型深)应按最大排水量及设备布置的要求选定，其设计应符合内河航运船舶设计规定。在任何情况下，浮船的稳性衡准系数不应小于1.0。

8.4.6 浮船的锚固方式及锚固设备应根据停泊处的地形、水流状

况、航运要求及气象条件等因素确定。当流速较大时,浮船上游方向固定索不应少于 3 根。

8.4.7 联络管及其两端接头形式应根据河流水位变化幅度、流速、取水量及河岸坡度等因素,经技术经济比较选定。

8.4.8 输水管的坡度宜与岸坡坡度一致。当地质条件能满足管道基础要求时,输水管可沿岸坡敷设;不能满足要求时,应进行地基处理,并设置支墩固定。当输水管设置接头岔管时,其位置应按水位变化幅度及河岸坡度确定。接头岔管间的高差可取 0.6m~2.0m。

8.5 潜没式泵站

8.5.1 潜没式泵站泵房内宜安装卧式机组,机组台数不宜多于 4 台。

8.5.2 潜没式泵站泵房宜布置成圆形,泵房内机电设备可采用单列式或双列式布置。筒壁顶部应设环形起重设备,泵房内可不另设检修间。房顶宜设天窗。廊道除设置缆车用作交通运输外,可兼作进风道和排风道。运行操作屏柜可布置在廊道入口处绞车房内。机电设备应有较高的自动化程度,可在岸上进行控制。

8.5.3 泵站泵房底板、墙壁、屋顶等结构应满足抗渗要求,连接部位止水措施应耐久可靠。

8.5.4 潜没式泵站泵房基础应锚固在牢固的基础上。泵房抗浮稳定安全系数的计算及其允许值,应符合本规范第 6.3.6 条和第 6.3.7 条的规定。

9 水力机械及辅助设备

9.1 主 泵

9.1.1 主泵选型应符合下列规定：

- 1 应满足泵站设计流量、设计扬程及不同时期供排水的要求；
- 2 在平均扬程时,水泵应在高效区运行;在整个运行扬程范围内,水泵应能安全、稳定运行。排水泵站的主泵,在确保安全运行的前提下,其设计流量宜按设计扬程下的最大流量计算；
- 3 由多泥沙水源取水时,水泵应考虑抗磨蚀措施;水源介质有腐蚀性时,水泵应考虑防腐措施；
- 4 宜优先选用技术成熟、性能先进、高效节能的产品。当现有产品不能满足泵站设计要求时,可设计新水泵。新设计的水泵应进行泵段模型试验,轴流泵和混流泵还应进行装置模型试验,经验收合格后方可采用。采用国外产品时,应有必要的论证；
- 5 具有多种泵型可供选择时,应综合分析水力性能、安装、检修、工程投资及运行费用等因素择优确定；
- 6 采用变速调节应进行方案比较和技术经济论证。

9.1.2 主泵的台数应根据工程规模及建设内容进行技术经济比较后确定。

9.1.3 备用机组的台数应根据工程的重要性、运行条件及年运行小时数确定,并应符合下列规定：

- 1 重要的供水泵站,工作机组 3 台及 3 台以下时,宜设 1 台备用机组;多于 3 台时,宜设 2 台备用机组；
- 2 灌溉泵站,工作机组 3 台~9 台时,宜设 1 台备用机组;多于 9 台时,宜设 2 台备用机组；

3 年运行小时数很低的泵站,可不设备用机组;

4 处于水源含沙量大或含腐蚀性介质的工作环境的泵站,或有特殊要求的泵站,备用机组的台数经过论证后可适当增加。

9.1.4 大型轴流泵和混流泵应有装置模型试验资料;当对水泵的过流部件型线或进、出水流动型线做较大更改时,应重新进行装置模型试验。

9.1.5 增速运行的水泵,其转速超过设计转速的 5%时,应对其强度、磨损、汽蚀、振动等进行论证。

9.1.6 水泵最大轴功率的确定应考虑下列因素:

- 1** 运行范围内各种工况对轴功率的影响;
- 2** 含沙量对轴功率的影响。

9.1.7 水泵安装高程应符合下列规定:

1 在进水池最低运行水位时,应满足不同工况下水泵的允许吸上真空高度或必需汽蚀余量的要求。当电动机与水泵额定转速不同时,或在含泥沙水源中取水时,应对水泵的允许吸上真空高度或必需汽蚀余量进行修正;

2 立式轴流泵或混流泵的基准面最小淹没深度应大于 0.5m;

3 进水池内不应产生有害的漩涡。

9.1.8 并联运行的水泵,其设计扬程应接近,并联运行台数不宜超过 4 台。当流量或扬程变幅较大时,可采用大、小泵搭配或变速调节等方式满足要求。抽送多泥沙水源时,宜适当减少并联台数。串联运行的水泵,其设计流量应接近,串联运行台数不宜超过 2 台,并应对第二级泵的泵壳进行强度校核。

9.1.9 采用液压操作的全调节水泵,油压装置的数量宜根据运行要求确定。

9.1.10 低扬程轴流泵应有防止抬机的措施。

9.1.11 抽取清水时,轴流泵站与混流泵站的装置效率不宜低于 70%~75%;净扬程低于 3m 的泵站,其装置效率不宜低于 60%。

离心泵站的装置效率不宜低于 65%~70%。新建泵站的装置效率宜取高值。

9.1.12 抽取多沙水流时,泵站的装置效率可适当降低

9.2 进出水流道

9.2.1 泵站进出水流道型式应结合泵型、泵房布置、泵站扬程、进出水池水位变化幅度和断流方式等因素,经技术经济比较确定。重要的大型泵站宜采用三维流动数值计算分析,并应进行装置模型试验验证。

9.2.2 泵站进水流道布置应符合下列规定:

- 1** 流道型线平顺,各断面面积沿程变化应均匀合理;
- 2** 出口断面处的流速和压力分布应比较均匀;
- 3** 进口断面处流速宜取 0.8m/s~1.0m/s;
- 4** 在各种工况下,流道内不应产生涡带;
- 5** 进口宜设置检修措施;
- 6** 应方便施工。

9.2.3 肘形和钟形进水流道的进口段底面宜做成平底,或向进口方向上翘,上翘角不宜大于 12°;进口段顶板仰角不宜大于 30°,进口上缘应淹没在进水池最低运行水位以下至少 0.5 m。当进口段宽度较大时,可在该段设置隔水墩。肘形和钟形流道的主要尺寸应根据水泵的结构和外形尺寸结合泵房布置确定。

9.2.4 泵站出水流道布置应符合下列规定:

1 与水泵导叶出口相连的出水室形式应根据水泵的结构和泵站总体布置确定;

2 流道型线变化应比较均匀,当量扩散角宜取 8°~12°;

3 出口流速不宜大于 1.5m/s,出口装有拍门时,不宜大于 2.0m/s;

4 应有合适的断流方式;

5 平直管出口宜设置检修门槽;

6 应方便施工。

9.2.5 泵站的断流方式应根据出水池水位变化幅度、泵站扬程、机型等因素,并结合出水流道形式选择,必要时经技术经济比较确定。断流方式应符合下列规定:

- 1 运行应可靠;
- 2 设备应简单,操作应灵活;
- 3 维护应方便;
- 4 对机组效率影响应较小。

9.2.6 出水池最低运行水位较高的泵站,可采用直管式出水流道,在出口设置拍门或快速闸门,并应在门后设置通气孔;直管式出水流道的底面可做成平底,顶板宜向出口方向上翘。

9.2.7 立式或斜式轴流泵站,当出水池水位变化幅度不大时,宜采用虹吸式出水流道,配以真空破坏阀断流方式。驼峰底部高程应略高于出水池最高运行水位,驼峰顶部的真空度不应超过 7.5m 水柱高。驼峰处断面宜设计成扁平状。虹吸管管身接缝处应具有良好的密封性能。

9.2.8 低扬程卧式轴流泵站可采用猫背式或轴伸式出水流道。

9.2.9 出水流道的出口上缘应淹没在出水池最低运行水位以下 0.3m~0.5m。当流道宽度较大时,宜设置隔水墩,其起点与机组中心线间的距离不应小于水泵出口直径的 2 倍。

9.2.10 进、出水流道均应设置检查孔,检查孔孔径不宜小于 0.7m。

9.2.11 双流道双向泵站进水流道内宜设置导流锥、隔板等,必要时应进行装置模型试验。

9.3 进水管管道及泵房内出水管管道

9.3.1 离心泵或小口径轴流泵、混流泵的进水管管道设计流速宜取 1.5m/s~2.0m/s,出水管管道设计流速宜取 2.0m/s~3.0m/s。

9.3.2 离心泵进水管件应符合下列规定:

1 水泵进口最低点位于进水池最高运行水位以下时,应设截流设施。

2 进水管进口应设喇叭管,喇叭口流速宜取 $1.0\text{m/s} \sim 1.5\text{m/s}$,喇叭口直径宜等于或大于 1.25 倍进水管直径。

9.3.3 离心泵或小口径轴流泵、混流泵的进水管喇叭口与建筑物距离应符合下列规定:

1 喇叭口中心的悬空高度应符合下列规定:

1)喇叭管垂直布置时,宜取 $(0.6 \sim 0.8) D$ (D 为喇叭管进口直径,);

2)喇叭管倾斜布置时,宜取 $(0.8 \sim 1.0) D$;

3)喇叭管水平布置时,宜取 $(1.0 \sim 1.25) D$;

4)喇叭口最低点悬空高度不应小于 0.5m 。

2 喇叭口中心的淹没深度应符合下列规定:

1)喇叭管垂直布置时,宜大于 $(1.0 \sim 1.25) D$;

2)喇叭管倾斜布置时,宜大于 $(1.5 \sim 1.8) D$;

3)喇叭管水平布置时,宜大于 $(1.8 \sim 2.0) D$ 。

3 喇叭管中心与后墙距离宜取 $(0.8 \sim 1.0)D$,同时应满足管道安装的要求;

4 喇叭管中心与侧墙距离宜取 $1.5 D$;

5 喇叭管中心至进水室进口距离宜大于 $4 D$;

6 流量较大、且采用喇叭口进水的水泵装置,应采取适当的消涡措施。

9.3.4 离心泵出水管件应符合下列规定:

1 水泵出口应设工作阀门和检修阀门;

2 出水管工作阀门的额定工作压力及操作力矩,应满足水泵关阀启动的要求;

3 出水管不宜安装普通逆止阀;

4 出水管应安装伸缩节,其安装位置应便于水泵和管路、阀门的安装和拆卸;

5 进水钢管穿墙时,宜采用刚性穿墙管,出水钢管穿墙时宜采用柔性穿墙管。

9.4 过渡过程及产生危害的防护

9.4.1 有可能产生水锤危害的泵站,在各设计阶段均应进行事故停泵水锤计算。

9.4.2 当事故停泵瞬态特性参数不能满足下列要求时,应采取防护措施:

1 离心泵最高反转速度不应超过额定转速的 1.2 倍,超过额定转速的持续时间不应超过 2min;

2 立式机组在低于额定转速 40%的持续运行时间不应超过 2min;

3 最高压力不应超过水泵出口额定压力的 1.3 倍~1.5 倍。

4 输水系统任何部位不应出现水柱断裂。

9.4.3 真空破坏阀应有足够的过流面积,动作应准确可靠;用拍门或快速闸门作为断流设施时,其断流时间应满足控制反转转速和水锤防护的要求。

9.4.4 高扬程、长压力管道的泵站,工作阀门宜选用两阶段关闭的液压操作阀。

9.5 真空及充水系统

9.5.1 泵站有下列情况之一者宜设真空、充水系统:

1 具有虹吸式出水流道的轴流泵站和混流泵站;

2 需进行初扬水充水的中高扬程离心泵站;

3 卧式泵叶轮中心淹没深度低于叶轮直径的 3/4 时。

9.5.2 真空泵宜设 2 台,互为备用,其容量确定应符合下列规定:

1 轴流泵和混流泵抽除流道内最大空气容积的时间宜取 10min~20min;

2 离心泵单泵抽气充水时间不宜超过 5min。

9.5.3 采用虹吸式出水流道的泵站,可利用已运行机组的驼峰负压,作为待启动机组抽真空之用,但抽气时间不应超过 10min~20min。

9.5.4 抽真空系统应密封严实。

9.6 排水系统

9.6.1 泵站应设机组检修及泵房渗漏水的排水系统,泵站有调相要求时,应兼顾调相运行排水。检修排水与其他排水合成一个系统时,应有防止外水倒灌的措施,并宜采用自流排水方式。

9.6.2 排水泵不应少于 2 台,其流量确定应符合下列规定:

1 无调相运行要求的泵站,检修排水泵可按 4h~6h 排除单泵流道积水和上、下游闸门漏水量之和确定;

2 采用叶轮脱水方式作调相运行的泵站,按一台机组检修,其余机组调相的排水要求确定;

3 渗漏排水自成系统时,可按 15min~20min 排除集水井积水确定,并设 1 台备用泵。

9.6.3 渗漏排水和调相排水应按水位变化实现自动操作,检修排水宜采用自动操作,也可采用手动操作。

9.6.4 叶轮脱水调相运行时,流道内水位应低于叶轮下缘 0.3m~0.5m。

9.6.5 排水泵出口管道上应装设止回阀和检修阀。无冰冻地区,排水泵的排水管出口上缘宜低于进水池最低运行水位;冰冻地区,排水泵的排水管出口下缘宜高于进水池最高运行水位。

9.6.6 采用集水廊道时,其尺寸应满足人工清淤的要求,廊道的出口不应少于 2 个。采用集水井时,井的有效容积按 6h~8h 的漏水量确定。

9.6.7 在主泵进、出水管道的最低点或出水室的底部,应设放空管。排水管道应有防止水生生物堵塞的措施。

9.6.8 泵房内生产及生活污水的排放,应符合现行国家标准《污

水综合排放标准》GB 8978 的有关规定。

9.7 供水系统

9.7.1 泵站应设主泵机组和辅助设备的冷却、润滑、密封、消防等技术用水以及运行管理人员生活用水的供水系统。

9.7.2 供水系统应满足用水对象对水质、水压和流量的要求,取水口不应少于 2 个。水源含沙量较大或水质不满足要求时,应进行净化处理,或采用其他水源。生活饮用水应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定。

9.7.3 采用自流供水方式时,可直接从主泵出水管取水;采用水泵供水方式时,应设能自动投入工作的备用泵。有条件时,可采用循环供水方式。

9.7.4 供水管内流速宜按 $2\text{m/s}\sim 3\text{m/s}$ 选取,供水泵进水管流速宜按 $1.5\text{m/s}\sim 2.0\text{m/s}$ 选取。

9.7.5 采用水塔(池)集中供水时,其有效容积应符合下列规定:

- 1 轴流泵站和混流泵站取全站 15min 的用水量;
- 2 离心泵站取全站 2h~4h 的用水量;
- 3 满足全站停机期间的生活用水需要。

9.7.6 每台供水泵应有单独的进水管,管口应有拦污设施,并易于清污;水源污物较多时,宜设备用进水管。

9.7.7 沉淀池或水塔应有排沙清污设施,在寒冷地区还应有防冻保温措施。

9.7.8 供水系统应装设滤水器,在密封水及润滑水管路上还应加设细网滤水器,滤水器清污时供水不应中断。

9.7.9 消防给水宜与技术供水、生活供水系统相结合,也可设置单独的消防给水系统。

9.7.10 主泵房、辅机房、室外变电站、露天油罐或厂外地面油罐室均应设置消火栓。主泵房内电动机层消火栓的间距不宜大于 30m,主泵房周围的室外消火栓间距不宜大于 80m。

9.7.11 消防水管的布置应符合下列规定：

1 一组消防水泵的进水管不应少于 2 条，其中 1 条损坏时，其余的进水管应能通过全部用水量；消防水泵宜用自灌式充水；

2 室内消火栓的布置，应保证有 2 支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位；

3 室内消火栓应设于明显、易于取用的地点，栓口离地面高度应为 1.1m，其出水方向与墙面应成 90°角；

4 室外消防给水管道直径不应小于 100mm。

9.7.12 室内消防用水量应按 2 支水枪同时使用计算，每支水枪用水量不应小于 2.5L/s。同一建筑物内应采用同一规格的消火栓、水枪和水带，每根水带长度不应超过 25m。

9.8 压缩空气系统

9.8.1 泵站应根据机组的结构和要求，设置机组制动、检修、防冻吹冰、密封围带、油压装置及破坏真空等用气的压缩空气系统。

9.8.2 压缩空气系统应满足各用气设备的用气量、工作压力及相对湿度的要求，根据需要可分别设置低压和中压系统。

9.8.3 低压系统应设贮气罐，其总容积可按全部机组同时制动的总耗气量及最低允许压力确定。

9.8.4 低压空气压缩机的容量可按 15min~20min 恢复贮气罐额定压力确定。低压系统宜设 2 台空气压缩机，互为备用，或以中压系统减压作为备用。

9.8.5 中压空气压缩机宜设 2 台，总容量可按 2h 内将 1 台油压装置的压力油罐充气至额定工作压力值确定。

9.8.6 空气压缩机宜按自动操作设计，贮气罐应设安全阀、排污阀及压力信号装置。

9.8.7 空气压缩机和贮气罐宜设于单独的房间内。主供气管道应有坡度，并在最低处装设集水器和放水阀。空气压缩机出口管道上应设油水分离器。自动操作时，应装卸荷阀和温度继电器以

及监视冷却水中断的示流信号器。

9.8.8 供气管直径应按空气压缩机、贮气罐、用气设备的接口要求,并结合经验选取。

9.9 供油系统

9.9.1 泵站应根据需要设置机组润滑、叶片调节、油压启闭等用油的透平油供油系统。系统应满足贮油、输油和油净化的要求。

9.9.2 透平油供油系统宜设置不少于 2 只容积相等、分别用于贮存净油和污油的油桶。每只透平油桶的容积,可按最大一台机组、油压装置或油压启闭设备中最大用油量的 1.1 倍确定。

9.9.3 油处理设备的种类、容量及台数应根据用油量选择。泵站不宜设油再生设备和油化验设备。

9.9.4 梯级泵站或泵站群宜设中心油系统,配置油分析与油化验设备,加大贮油及油净化设备的容量和台数,并根据情况设置油再生设备。每个泵站宜设能贮存最大一台机组所需油量的净油容器一个。

9.9.5 机组台数在 4 台及 4 台以上时,宜设供、排油总管。机组充油时间不宜大于 2h。机组少于 4 台时,可通过临时管道直接向用油设备充油。

9.9.6 装有液压操作阀门的泵站,在低于用油设备的地方宜设漏油箱,其数量可根据液压阀的数量确定。

9.9.7 油桶及变压器事故排油不应污染水源或污染环境。

9.10 起重设备及机修设备

9.10.1 泵站应设起重设备,其额定起重量应根据最重吊运部件和吊具的总重量确定。起重机的提升高度应满足机组安装和检修的要求。

9.10.2 起重量等于或小于 5t、主泵台数少于 4 台时,宜选用电动单梁起重机;起重量大于 5t 时,宜选用电动单梁或双梁起重机。

9.10.3 起重机应采取轻级、慢速的工作制。制动器及电气设备应采用中级的工作制。

9.10.4 起重机跨度级差应按 **0.5m** 选取,起重机轨道两端应设阻进器。

9.10.5 泵站可配置简单的检测和修理工具。

9.10.6 泵站可适当配置供维修与安装用的汽车、手动葫芦和千斤顶等起重运输设备。

9.11 采暖通风与空气调节

9.11.1 泵房通风与采暖方式应根据当地气候条件、泵房形式及对空气参数的要求确定。

9.11.2 地面式泵房宜采用自然通风。当自然通风不能满足要求时,可采用自然与机械联合通风、全机械通风、局部空气调节等方式。封闭式泵房在有条件利用孔洞形成热压差使空气对流并满足室内空气参数要求时,可采用自然通风或部分自然通风结合机械通风的方式。当室内空气参数不满足要求时,可采用空气调节装置。

9.11.3 主电动机宜采用管道通风、半管道通风或空气密闭循环通风。风沙较大的地区,进风口宜设防尘滤网。

9.11.4 油罐室和阀控式密封铅酸蓄电池室的换气次数不应少于 **3次/h**,油处理室和防酸防爆型铅酸蓄电池室的换气次数不应少于 **6次/h**。室内空气严禁循环使用。

9.11.5 油罐室、油处理室和蓄电池室应分别设置独立的机械通风系统,室内应保持负压。通风系统的排风口应高出屋顶 **1.5m**。风机和配套电动机应选用防爆型。

9.11.6 蓄电池室温度宜保持在 **10℃~35℃**。不设采暖设备时,室内最低温度不得低于 **0℃**。

9.11.7 中控室和通信室的温度不宜低于 **15℃**,当不能满足时应有采暖设施,但不得采用火炉。电动机层宜优先利用电动机热风

采暖,其室温在 5℃及其以下时,应有其他采暖设施。严寒地区的泵站在非运行期间,可根据当地情况设置采暖设备。

9.11.8 主泵房和辅机房夏季室内空气参数宜按表 9.11.8-1 及表 9.11.8-2 的规定选用。

表 9.11.8-1 主泵房夏季室内空气参数表

部位	室外计算 温度 (℃)	地面式泵房			地下式或半地下式泵房		
		温度 (℃)	相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)	温度 (℃)	相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)
电动机层 工作地带	<29	<32	<75	不规定	<32	<75	0.2~0.5
	29~32	比室外高 3	<75	0.2~0.5	比室外高 2	<75	0.5
	>32	比室外高 3	<75	0.5	比室外高 2	<75	0.5
水泵层		<33	<80	不规定	<33	<80	不规定

表 9.11.8-2 辅机房夏季室内空气参数表

部位	室外计算 温度 (℃)	地面式泵房			地下式或半地下式泵房		
		温度 (℃)	相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)	温度 (℃)	相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)
中控室、 通信室	<29	<32	<70	0.2	<32	≤70	不规定
	29~32	<32	<70	0.2~0.5	比室外高 2	≤70	0.2
	>32	<32	<70	0.5	<33	≤70	0.2~0.5
开关室站用变压器室		≤40	不规定	不规定	≤40	不规定	不规定
蓄电池室		≤35	≤75	不规定	≤35	不规定	不规定

9.12 水力机械设备布置

9.12.1 泵房水力机械设备布置应满足设备运行、维护、安装和检修的要求,并做到整齐、美观。

9.12.2 立式泵机组的间距应取下列的大值:

1 电动机风道盖板外径与不小于 1.5m 宽的运行通道的尺寸总和;

2 进水流道最大宽度与相邻流道之间的闸墩厚度的尺寸

总和。

9.12.3 机组段长度应按本规范第 9.12.2 条的规定确定。当泵房分缝或需放置辅助设备时,可适当加大。

9.12.4 卧式泵进水管中心线的距离应符合下列要求:

- 1 单列布置时,相邻机组之间的净距不应小于 1.8m~2.0m;
- 2 双列布置时,管道与相邻机组之间的净距不应小于 1.2m~1.5m;
- 3 就地检修的电动机应满足转子抽芯的要求;
- 4 应满足进水喇叭管布置、管道阀门布置及水工布置的要求。

9.12.5 边机组段长度应满足设备吊装以及楼梯、通道布置的要求。

9.12.6 安装检修间长度可按下列原则确定:

- 1 立式机组应满足一台机组安装或扩大性大修的要求。机组检修应充分利用机组间的空地。在安装间,除了放置电动机转子外,尚应留有运输最重件的汽车进入泵房的场地,长度可取 1.0 倍~1.5 倍机组段长度;
- 2 卧式机组应满足设备进入泵房的要求,但不宜小于 5.0m。

9.12.7 主泵房宽度应按下列原则确定:

1 立式机组泵房宽度应由电动机或风道最大尺寸、上下游侧设备布置及吊装、上下游侧运行维护通道所要求的尺寸确定。电动机层和水泵层的上下游侧均应有运行维护通道,其净宽不宜小于 1.5m;当一侧布置有操作盘柜时,其净宽不宜小于 2.0m。水泵层的运行通道还应满足设备搬运的要求;

2 卧式机组泵房宽度应根据水泵、阀门和所配置的其他管件尺寸,并满足设备安装、检修以及运行维护通道或通道布置的要求确定。

9.12.8 主泵房电动机层以上净高应符合下列规定:

1 立式机组应满足水泵轴或电动机转子联轴的吊运要求。当叶轮调节机构为机械操作,还应满足调节杆吊装的要求;

2 卧式机组应满足水泵或电动机整体吊运或从运输设备上整体装卸的要求;

3 起重机最高点与屋面大梁底部距离不应小于 0.3m。

9.12.9 吊运设备与固定物的距离应符合下列要求:

1 采用刚性吊具时,垂直方向不应小于 0.3m;采用柔性吊具时,垂直方向不应小于 0.5m;

2 水平方向不应小于 0.4m;

3 主变压器检修时,其抽芯所需的高度不得作为确定主泵房高度的依据。起吊高度不足时,应设变压器检修坑。

9.12.10 水泵层净高不宜小于 4.0m,排水泵室净高不宜小于 2.4m,排水廊道净高不宜小于 2.2m。空气压缩机室净高应大于贮气罐总高度,且不应低于 3.5m,并有足够的泄压面积。

9.12.11 在大型卧式机组的四周,宜设工作平台。平台通道宽度不宜小于 1.2m。

9.12.12 装有立式机组的泵房,应有直通水泵层的吊物孔,尺寸应能满足导叶体吊运的要求。

9.12.13 在泵房的适当位置应预埋便于设备搬运或检修的挂环以及架设检修平台所需要的构件。

10 电 气

10.1 供 电 系 统

10.1.1 泵站的供电系统设计应以泵站所在地区电力系统现状及发展规划为依据,经技术经济论证,合理确定接入电力系统方式。

10.1.2 泵站负荷等级及供电方式应根据工程的性质、规模和重要性合理确定。采用双回线路供电时,应按每一回路承担泵站全部容量设计。

10.1.3 泵站的专用变电站,宜采用站、变合一的供电管理方式。

10.1.4 泵站供电系统应设生活用电,并与站用电分开设置。

10.2 电 气 主 接 线

10.2.1 电气主接线设计应根据泵站性质、规模、运行方式、供电接线以及泵站重要性等因素合理确定。接线应简单可靠、操作检修方便、节约投资。当泵站分期建设时,应便于过渡。

10.2.2 电气主接线的电源侧宜采用单母线接线,多机组、大容量和重要泵站也可采用单母线分段接线。

10.2.3 电动机电压侧宜采用单母线接线或单母线分段接线。

10.2.4 电动机电压母线进线回路应设置断路器。母线分段时亦应采用断路器联络。

10.2.5 站用变压器宜接在供电线路进线断路器的线路一侧,也可接在主电动机电压母线上;当设置 2 台及以上站用变压器,且附近有可靠外来电源时,宜将其中 1 台与外电源连接。

10.3 主电动机及主要电气设备选择

10.3.1 泵站电气设备选择应遵循下列原则:

- 1 性能良好、可靠性高、寿命长；
- 2 优先选用节能、环保型产品；
- 3 功能合理,经济适用；
- 4 小型、轻型、成套化,占地少；
- 5 维护检修方便,不易发生误操作；
- 6 确保运行维护人员的人身安全；
- 7 便于运输和安装；
- 8 对风沙、污秽、腐蚀性气体、潮湿、凝露、冰雪、地震等危害,应有防护措施；

9 设备噪声应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87 的有关规定。

10.3.2 泵站主电动机的选择应符合下列规定：

1 主电动机的容量应按水泵运行可能出现的最大轴功率选配,并留有一定的储备,储备系数宜为 1.10~1.05。电动机的容量宜选标准系列；

2 主电动机的型号、规格和电气性能等应经过技术经济比较选定；

3 当技术经济条件相近时,电动机额定电压宜优先选用 10kV。

10.3.3 同步电动机应采用静止励磁装置。励磁调节器宜采用微机控制,并具有手动励磁电流闭环反馈调节功能。

10.3.4 主变压器的容量应根据泵站的总计算负荷以及机组启动、运行方式确定,并符合下列规定：

1 当选用 2 台及以上变压器时,宜选用相同型号和容量的变压器；

2 当选用不同容量和型号的变压器且需并列运行时,应符合变压器并列运行条件。

10.3.5 供电网络的电压偏移不能满足泵站要求时,宜选用有载调压变压器。

10.3.6 安装在室内的站用变压器、励磁变压器和补偿电容器宜选用干式。

10.3.7 6kV~10kV 电动机断路器,应按回路负荷电流、短路电流、短路容量选择,并根据操作频繁度选择操作机构。

10.3.8 导体和电器的选择及校验除应符合本规范的规定外,尚应符合现行行业标准《导体和电器设备选择设计技术规定》SDGJ 14 及《高压配电装置设计技术规程》SDJ 5 的有关规定。

10.4 无功功率补偿

10.4.1 无功功率补偿及补偿容量可根据地方电网的要求而定。

10.4.2 采用静电电容器进行的无功功率补偿,电容器应分组,并能根据需要及时投入或退出运行。电容补偿装置宜选用成套电容器柜,并装设专用的控制、保护和放电设备。设备载流部分长期允许电流不应小于电容器组额定电流值的 1.3 倍。

10.5 机组启动

10.5.1 机组应优先采用全电压直接启动方式,并应符合下列规定:

1 母线电压降不宜超过额定电压的 15%;

2 当电动机启动引起的电压波动不致破坏其他用电设备正常运行,且启动电磁力矩大于静阻力矩时,电压降可不受 15% 额定电压的限制;

3 当对系统电压波动有特殊要求时,也可采用其他启动方式;

4 必要时应进行启动分析,计算启动时间和校验主电动机的热稳定。

10.5.2 电动机启动计算应按供电系统最小运行方式和机组最不利的运行组合形式进行:

1 当同一母线上全部连接同步电动机时,应按最大一台机组首先启动进行启动计算;

2 当同一母线上全部连接异步电动机时,应按最后一台最大

机组的启动进行启动计算；

3 当同一母线上连接有同步电动机和异步电动机时,应按全部异步电动机投入运行,再启动最大一台同步电动机的条件进行启动计算。

10.6 站 用 电

10.6.1 泵站站用电设计应根据电气主接线及运行方式、枢纽布置条件和泵站特性进行技术经济比较确定。

10.6.2 站用变压器台数应根据站用电的负荷性质、接线形式和检修方式等因素综合确定,数量不宜超过 2 台。

10.6.3 站用变压器容量应满足可能出现的最大站用电负荷。采用 2 台站用变压器时,其中 1 台退出运行,另 1 台应能承担重要站用电负荷或短时最大负荷。

10.6.4 站用电压应采用 380/220V 三相四线制(或三相五线制)。当设置 2 台站用变压器时,站用电母线宜采用单母线分段接线,并装设备用电源自动投入装置。由不同电压等级供电的 2 台站用变压器低压侧不得并列运行,并设可靠闭锁装置。接有同步电动机励磁电源的站用变压器,宜将其高压侧与该电动机接在同一母线段上。

10.6.5 集中布置的站用电低压配电装置,应采用成套低压配电屏。对距离低压配电装置较远的站用电负荷,宜在负荷中心设置动力配电箱供电。

10.7 室内外主要电气设备布置及电缆敷设

10.7.1 泵站电气设备布置应符合下列规定:

1 应结合泵站枢纽总体规划,交通道路、地形、地质条件,自然环境和水工建筑物等特点进行布置,减少占地面积和土建工程量,降低工程造价;

2 布置应紧凑,并有利于主要电气设备之间的电气联接和安

全运行,且检修维护方便。降压变电站应尽量靠近主泵房、辅机房;

3 泵站分期建设时,应按分期实施方案确定。

10.7.2 6kV~10kV高压配电装置和 380/220V 低压配电装置宜布置在单独的高、低压配电室内。高、低压配电室,中控室,电缆沟进、出口洞应有防止小动物等钻入和雨雪飘入室内的设施。

10.7.3 配电室的长度大于 7m 时,应设 2 个出口;大于 60m 时,应再增设 1 个出口。

10.7.4 电动机单机容量在 630kW 及以上,且机组在 2 台及以上时或单机容量在 630kW 以下、且机组台数在 3 台及以上时,应设中控室。

10.7.5 中控室的设计应符合下列规定:

- 1 便于运行和维护;
- 2 条件允许时,设置能从中控室 望机组的窗户或平台;
- 3 中控室面积应根据泵站规模、自动化水平等因素确定;
- 4 中控室噪声、温度和湿度应满足工作和设备运行环境要求。

10.7.6 油浸式站用、励磁变压器等充油设备如布置在室内,其油量为 100kg 以上时,应安装在单独的防爆专用小间内。站用变压器宜靠近低压配电装置布置。

10.7.7 干式变压器可不设单独的变压器小间。对无外罩的干式变压器应设置安全防护设施。

10.7.8 油浸变压器上部空间不得作为与其无关的电缆通道。干式变压器上部可通过电缆,但电缆与变压器顶部距离不得小于 2m。

10.7.9 当机组自动屏、励磁屏等布置在机旁时,宜选用同一类型屏,采用一列式布置。

10.7.10 集中补偿的高压电容器宜设单独的电容器室。

10.7.11 中控室,主泵房和高、低压配电室内的电缆,应敷设在电

缆支(桥)架上或电缆沟内托架上。电缆沟应设强度高、质量轻、便于移动的防火盖板。

微机保护,计算机监控系统、视频监控系统等弱电电缆与电力电缆并排敷设时,在可能的范围内远离。

10.7.12 电缆沟内应设置排水设施,排水坡度不宜小于2%。电缆管进、出口应采取防止水进入管内的措施。

10.7.13 室外直埋敷设的电缆,其埋设深度不宜小于0.7m。当冻土层厚度超过0.7m时,应采取防止电缆损坏的措施。

10.7.14 电缆敷设除应符合本规范的规定外,尚应符合现行国家标准《电力工业电缆设计规范》GB 50217的有关规定。

10.8 电气设备的防火

10.8.1 站区地面建筑物、室外电气设备周围及主泵房、辅机房均应设置消火栓。

10.8.2 油量为2500kg以上的油浸式变压器之间的防火净距应符合以下规定:

- 1 电压为35kV及以下时,不应小于5m;
- 2 电压为110kV时,不应小于8m;
- 3 电压为220kV时,不应小于10m。

10.8.3 当相邻2台油浸式变压器之间的防火间距不能满足要求时,应设置防火隔墙。隔墙顶高不应低于变压器油枕顶端高程,隔墙长度不应小于变压器贮油坑两端各加0.5m之和。

10.8.4 单台油量超过1000kg油浸式变压器及其他充油电气设备应设贮油坑和公用的贮油池,单台油量超过100kg站用变压器及其他充油设备应设油坑或档油槛。

10.8.5 电力电缆与控制电缆应分层敷设。对非阻燃性分层敷设的电缆层间应采用耐火极限不小于0.5h的隔板分隔。

10.8.6 电缆隧道及沟道的下列部位应设防火分隔设施:

- 1 穿越泵房外墙处;

- 2 穿越控制室、配电装置室处；
- 3 公用主沟道的分支处；
- 4 动力电缆和控制电缆隧道每 150m。

10.8.7 防火分隔物应采用非燃烧材料，其耐火极限不应低于 0.75h。

10.8.8 消防设备的供电应按二类负荷设计，并采用单独的供电回路。

10.8.9 消防控制设备宜设在中央控制室内，采用消防水泵供水时，应在消火栓旁设消防水泵启动按钮。

10.9 过电压保护及接地装置

10.9.1 室外配电装置、架空进线、母线桥、露天油罐等重要设施均应装设防直击雷保护装置。

10.9.2 泵房房顶、变压器的门架上、35kV 及以下高压配电装置的构架上，不得装设避雷针。

10.9.3 钢筋混凝土结构主泵房、中控室、配电室、油处理室、大型电气设备检修间等，可不设专用的防直击雷保护装置，但应将建筑物顶上的钢筋焊接成网与接地网连接。所有金属构件、金属保护网、设备金属外壳及电缆的金属外皮等均应可靠接地，并与总接地网连接。

10.9.4 在 1kV 以下中性点直接接地的电网中，电力设备的金属外壳宜与变压器接地中性线(零线)连接。

10.9.5 直接与架空线路连接的电动机应在母线上装设避雷器和电容器组。当避雷器和电容器组与电动机之间的电气距离超过 50m 时，应在电动机进线端加装一组避雷器。对中性点有引出线的电动机，还应在中性点装一只避雷器。避雷器应选用保护旋转电机的专用避雷器。架空线路进线段还应设置保护旋转电机相应的进线保护装置。

10.9.6 泵站应装设保护人身和设备安全的接地装置。接地装置

应充分利用直接埋入地中或水中的钢筋、压力钢管、闸门槽、拦污栅槽等金属件,以及其他各种金属结构等自然接地体。当自然接地体的接地电阻常年都能符合要求时,不宜添设人工接地体,不符合要求时,应增设人工接地装置。接地体之间应焊接。

10.9.7 自然接地体与人工接地网的连接不应少于 2 点,其连接处应设接地测量井。

10.9.8 对小电流接地系统,其接地装置的接地电阻值不宜超过 4Ω 。采用计算机监控方式联合接地系统的泵站,接地电阻值不宜超过 1Ω 。对大电流接地系统,其接地装置的接地电阻值应按下式进行计算:

$$R \leq \frac{2000}{I} \quad (10.9.8)$$

式中: R ——接地装置的接地电阻值(Ω);

I ——计算用的流经接地装置的入地短路电流(A)。

独立避雷针(线)宜装设独立的接地装置。在土壤电阻率高的地区,可与主接地网连接,但在地中连接导线的长度不应小于 15m。

10.9.9 泵站的过电压保护和接地装置除应符合本节规定外,尚应符合现行国家标准《工业与民用电力装置的过电压保护设计规范》GBJ 64 及《工业与民用电力装置的接地设计规范》GBJ 65 的有关规定。

10.10 照 明

10.10.1 泵站应设置正常工作照明、事故照明以及必要的安全照明装置。

10.10.2 工作照明电源应由厂用电系统的 380/220V 三相四线制(或三相五线制)系统供电,照明装置电压宜采用交流 220V;事故照明电源应由蓄电池或其他固定可靠电源供电;安装高度低于 2.5m 时,应有防止触电措施或采用 12V~36V 安全电压照明。

10.10.3 泵站各种场所的最低照度标准值,应按表 10.10.3 规定执行。

表 10.10.3 泵站各种场所的最低照度标准值

工作场所地点	工作面名称	规定照度 被照面	工作照明 (lx)		事故照明 (lx)
			混合	一般	
一、主泵房和辅机房					
1.主机室(无天然采光)	设备布置和维护区	离地 0.8m 水平面	500	150	10
2.主机室(有天然采光)	设备布置和维护区	离地 0.8m 水平面	300	100	10
3.中控室(主环范围内)	控制盘上表针	控制盘上表针 垂直面	—	200	30
	操作屏台、值班台	控制台水平面	—	500	
4.继电保护盘室、控制屏	屏前屏后	离地 0.8m 水平面	—	100	5
5.计算机房、通信室	设备上	离地 0.8m 水平面	—	200	10
6.高低压配电装置、母线室,变压器室	设备布置和维护地区	离地 0.8m 水平面	—	75	3
7.电气试验室		离地 0.8m 水平面	300	100	—
8.机修间	设备布置和维护地区	离地 0.8m 水平面	200	60	—
9.主要楼梯和通道		地面	—	10	0.5
二、室外					
1.35kV 及以上配电装置	—	垂直面	—	5	—
2.主要通道和车道	—	地面	—	1	—
3.水工建筑物	—	地面	—	5	—

10.10.4 泵站内外照明应采用光学性能和节能特性好的新型灯具,安装的灯具应便于检修和更新。

10.10.5 在正常工作照明消失后仍需工作的场所和运行人员来

往的主要通道均应装设事故照明。

10.11 继电保护及安全自动装置

10.11.1 泵站的电力设备和馈电线路应装设主保护和后备保护。在主保护或断路器拒绝动作时,应分别由元件本身的后备保护或相邻元件的保护装置切除故障。

10.11.2 继电保护装置应满足可靠性、选择性、灵敏性和快速性的要求,保护装置动作的时限级差,可取 $0.5\text{s}\sim 0.7\text{s}$,当采用微机保护装置时,可取 $0.3\text{s}\sim 0.4\text{s}$ 。

10.11.3 保护装置的灵敏系数应根据最不利的运行方式和故障类型计算确定,灵敏系数 K_m 不应低于表 10.11.3 规定值。

表 10.11.3 保护装置的灵敏系数

保护类型	组成元件	灵敏系数	备注
变压器、电动机纵联差动保护	差电流元件	2	—
变压器、电动机线路电流速断保护	电流元件	2	—
电流保护或电压保护	电流元件和电压元件	1.3~1.5	当为后备保护时可为 1.2
后备保护	电流电压元件	1.5	按相邻保护区末端短路计算
零序电流保护	电流元件	1.5	—

10.11.4 泵站主电动机电压母线进线应装设下列保护:

1 带时限电流速断保护。其整定值应大于 1 台机组启动、其余机组正常运行和站用电满负荷时的电流值,动作于断开进线断路器。当母线设有分段断路器时,可设带时限电流速断,比母联断路器延时一个时限动作;

2 带时限的低电压保护。其电压整定值应为 $40\%\sim 50\%$ 额定电压,时限宜为 1s ,应断开进线断路器;

3 母线单相接地故障,应动作于信号。

10.11.5 对电动机相间短路,应采用下列保护方式:

1 额定容量为 2000kW 及以上的电动机,应采用纵联差动保护装置;

2 额定容量为 2000kW 以下的电动机,应采用两相式电流速断保护装置。当采用两相式电流速断保护装置不能满足灵敏系数要求时,应采用纵联差动保护装置。上述保护装置均应动作于断开电动机断路器。

10.11.6 电动机应装设低电压保护。电压整定值应为 40%~50%额定电压,时限宜为 0.5s,动作于断开电动机断路器。

10.11.7 电动机单相接地故障,当接地电流大于 5A 时,应装设有选择性的单相接地保护。单相接地电流不大于 10A 时,可动作于断开电动机断路器或信号;单相接地电流大于 10A 时,应动作于断开电动机断路器。

10.11.8 电动机应装设过负荷保护。同步电动机过负荷保护应带两阶时限:第一阶时限应动作于信号;第二阶时限应动作于断开断路器。异步电动机过负荷保护宜动作于信号,也可断开电动机断路器。动作时限均应大于机组启动时间或在机组启动时闭锁。

10.11.9 同步电动机应装设失步与失磁保护。失步保护应带时限断开电动机断路器。失磁保护应瞬时断开电动机断路器。失步保护可采用下列方式之一:

- 1 反应转子回路出现的交流分量;
- 2 反应定子电压与电流间相角的变化;
- 3 短路比为 0.8 及以上的电动机采用反应定子过负荷。

10.11.10 机组应设轴承温度升高和过高保护。温度升高动作于信号,温度过高动作于断开电动机断路器。

10.11.11 泵站专用供电线路不应设自动重合闸装置。

10.11.12 站用电备用电源自动投入装置应符合下列规定:

- 1 当任一段低压母线失去电压时,应能动作;
- 2 应装设电气闭锁或机械闭锁,在母线电源断开后,才允许

备用电源投入；

3 备用电源自动投入装置应只允许投入一次。

10.11.13 泵站可逆式电机,站、变合一的降压变电站及静电电容器的保护装置,应符合现行国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB 50062 的有关规定。

10.12 自动控制和信号系统

10.12.1 泵站的自动化程度及远动化范围应根据泵站调度及运行管理要求确定。

10.12.2 大、中型泵站,应按“无人值班(少人值守)”控制模式采用计算机监控系统控制。

10.12.3 泵站主机组及辅助设备按自动控制设计时,应符合下列规定:

1 应以一个命令脉冲使机组按规定的顺序开机或停机,同时发出信号指示;

2 机组辅助设备包括油、气、水系统等,均应能实现自动和手动操作。

10.12.4 泵站设置的信号系统,应能发出区别故障和事故的音响和信号。对采用计算机监控系统的泵站,其功能应由计算机监控系统完成。

10.12.5 大型泵站宜设置视频监视系统,监视机组、降压站、闸门、辅机等主要设备的运行状况。

10.13 测量表计装置

10.13.1 泵站高压异步电动机应装设有功功率表、电流表或多功能测量仪表。高压同步电动机定子回路应装设电流表、有功功率表、无功功率表、功率因数表、有功电度表及无功电度表。转子回路应装设励磁电流表及励磁电压表,也可在中控室装设功率因数表。对装设测保一体化装置的电动机回路,在非组屏安装的情况

下,也可不装以上仪表。

10.13.2 根据泵站检测与控制的要求,可装设自动巡回检测装置和遥测系统。

10.13.3 主变压器或进线应装设电流表、电压表、有功功率表、无功功率表、频率表、功率因数表、有功电度表及无功电度表。有调相任务的机组还应装设带分时计量的双向有功、无功电度表。

10.13.4 主电动机电压母线上应装设带切换开关的测量相电压和相间电压的电压表。

10.13.5 静电电容器装置的总回路应分相设置电流表,在分组回路中可只设置一只电流表。总回路应设置无功功率表和无功电度表。

10.13.6 站用变压器低压侧应装设有功电度表、电流表及带切换开关的电压表。

10.13.7 直流系统应装设直流电流表、直流电压表及绝缘监视仪。

10.13.8 泵站测量仪器仪表装置的设计和电能计量仪表装置的配置,除应符合上述规定外,尚应符合现行国家标准《电力装置的电气测量仪表装置设计规范》GB 50063 的有关规定。

10.14 操作电源

10.14.1 操作电源应保证对继电保护、自动控制、信号回路等负荷的连续可靠供电。

10.14.2 泵站操作电源宜采用直流系统,宜只设 1 组蓄电池,并按浮充电方式运行。直流操作电压可采用 110V 或 220V,其他所需直流电压可采用 DC/DC 装置进行变换。

10.14.3 蓄电池组的容量应符合下列规定:

- 1 全站事故停电时的用电容量,停电时间宜按 1h 计算;
- 2 全站最大冲击负荷容量。

10.15 通 信

10.15.1 泵站应设置包括水、电的生产调度通信和行政管理通信

的通信设施。通信方式应根据泵站规模、地方供电系统要求、生产管理体制、生活区位置等因素规划设计。泵站宜采用光纤、有线、无线、电力载波等通信方式。对担负防汛任务的泵站,还应满足防汛通信要求。

10.15.2 泵站生产调度通信和行政通信可根据具体情况合并或分开设置。梯级泵站宜设置单独的调度通信设施,其配置应与调度运行方式相适应。

10.15.3 通信设备的容量应根据泵站规模、枢纽布置及自动化和远动化的程度等因素确定。

10.15.4 泵站与电力系统间的联系宜采用电力载波或光纤通信。

10.15.5 通信装置应设不小于 48h 的供电电源。

10.16 电气试验设备

10.16.1 梯级泵站、集中管理的泵站群以及大型泵站可设置中心电气试验室,并符合下列规定:

1 应能进行本站及其管辖范围内各泵站电气设备的检修、调试与校验;

2 能对 35 kV 及以下的电气设备进行预防性试验。

10.16.2 对距电气试验中心较远或交通不便的泵站,宜配备电气试验设备。

11 闸门、拦污栅及启闭设备

11.1 一般规定

11.1.1 泵站进水侧应设置拦污设备和检修闸门,出水侧应设置拍门、快速闸门、蝴蝶阀或真空破坏阀等断流设备。当引水建筑物有防淤或控制水位要求时,应设置工作闸门。

11.1.2 拦污栅应综合考虑来污量、污物性质、泵站布置和泵型等因素合理布置,并满足本规范第 5.1.7 条的规定。当拦污栅布置在前池进口处,宜在泵站进口设置防护栅。拦污栅宜配备起吊设备,并采取适当的清污措施,可取人工或提栅清污。当来污量大时,应采取机械清污。清污平台宜结合交通桥布置,并满足污物转运要求。

11.1.3 采用拍门或快速闸门断流的泵站,其出水侧还应设置事故闸门或经论证设置检修闸门;采用真空破坏阀断流的泵站,可根据水位情况决定设置防洪闸门或检修闸门,不设闸门应经充分论证。

11.1.4 拍门、快速闸门及事故闸门门后应设通气孔,通气孔应有防护设施。通气孔面积可按下式计算确定:

$$S \geq (0.015 \sim 0.03) A \quad (11.1.4)$$

式中: S ——通气孔面积(m^2);

A ——孔口(管道)面积(m^2)。

11.1.5 拍门或快速闸门停泵闭门操作宜与事故闸门联动控制,保证发生事故时事故闸门及时闭门断流。拍门、快速闸门和事故闸门启闭设备应能现地操作和远方控制操作,并应设置备用操作电源。

11.1.6 检修闸门的数量应根据机组台数、工程重要性及检修条

件等因素确定,一般每3台~6台机组宜设置2套;6台机组以上每增加4台~6台可增设1套。特殊情况经论证可予增减。

11.1.7 后止水检修闸门宜采用反向预压装置。

11.1.8 检修闸门和事故闸门宜设置充水平压装置。

11.1.9 严寒地区冰冻期运行的工作闸门和事故闸门应有防冰冻措施。

11.1.10 两道闸门门槽之间及门槽与拦污栅槽之间的距离应满足闸门和拦污栅安装、维修及启闭设备布置要求,最小净距宜大于1.5m。拍门外缘至闸墩或底槛的最小净距宜大于0.20m。

11.1.11 闸门、拦污栅及其启闭设备的埋件安装,宜采用二期混凝土浇筑方式。多孔共用的检修闸门,其门槽埋件的安装精度应满足一门多孔使用要求。

11.1.12 闸门、拦污栅和启闭设备及埋件应根据水质情况和运用条件,采取有效的防腐蚀措施。自多泥沙水源取水的泵站,应有防淤措施。

11.1.13 闸门的孔口尺寸,可按现行行业标准《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74 中闸门孔口尺寸和设计水头系列标准选定。

11.1.14 闸门、拦污栅设计计算及启闭力计算应按现行行业标准《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74 的有关规定执行。

11.1.15 固定启闭机宜设置启闭机房。启闭机房和检修平台的高程及工作空间,应满足闸门和拦污栅及启闭机安装、运行及检修要求。

11.2 拦污栅及清污机

11.2.1 采用人工清污时,过栅流速宜取0.6m/s~0.8m/s;采用机械清污时,过栅流速宜取0.6m/s~1.0m/s。

11.2.2 拦污栅宜采用活动式。栅体可直立布置,也可以倾斜布置。倾斜布置时,栅体与水平面的夹角宜取70°~80°。采用机械清污方式的拦污栅可根据清污机的型式采用倾斜布置或直立

布置。

11.2.3 拦污栅设计水位差可按 $1.0\text{m}\sim 2.0\text{m}$ 选用,特殊情况可酌情增减。有流冰并于流冰期运用时,应计入壅冰影响。

11.2.4 拦污栅栅条净距应根据水泵型号和运行工况确定,但最小净距不小于 50mm 。在满足保护水泵机组的前提下,拦污栅栅条净距可适当加大。

11.2.5 拦污栅栅条宜采用扁钢制作。栅体构造应满足清污要求。

11.2.6 机械清污的泵站,根据来污量、污物性质及水工布置等因素可选用液压抓斗式、耙斗式或回转式清污机。清污机应运行可靠、操作方便、结构简单。

11.2.7 清污机应设置过载保护装置和自动运行装置。

11.2.8 自多泥沙水源取水的泵站,其清污机水下部件应有抗磨损和防淤措施。

11.3 拍门及快速闸门

11.3.1 拍门和快速闸门选型应根据机组类型、水泵扬程与口径、流道形式、水泵启动方式和闸门孔口尺寸等因素确定。单泵流量 $8\text{m}^3/\text{s}$ 及以下时,可选用整体自由式拍门;单泵流量大于 $8\text{m}^3/\text{s}$,可选用快速闸门、双节自由式拍门或整体控制式拍门。

11.3.2 拍门和快速闸门事故停泵闭门时间应满足机组保护要求。

11.3.3 设计工况下整体自由式拍门开启角应大于 60° ;双节自由式拍门上节门开启角宜大于 50° ,下节门开启角宜大于 65° ,上下门开启角差不宜大于 20° 。增大拍门开度可采用减小门重、调整重心、采用空箱结构或于空箱中填充轻质材料等措施。当采用加平衡重措施时,应有充分论证。

11.3.4 双节式拍门的下节门宜采用部分或全部空箱结构。上下门高度比可取 $1.5\sim 2.0$ 。

11.3.5 轴流泵机组用快速闸门或有控制的拍门作为断流装置时,应有安全泄流设施。泄流设施可布置在门体或胸墙上。泄流孔的面积可根据机组安全启动要求,按水力学孔口出流公式试算确定。

11.3.6 拍门、快速闸门的结构应保证足够的强度、刚度和稳定性;荷载计算应考虑由于停泵产生的撞击力。

11.3.7 拍门、快速闸门宜采用焊接钢结构制作;经计算论证,平面尺寸小于 1.2m 的拍门可采用铸铁或采用具有抗冲击性能的非金属材料制作。

11.3.8 拍门铰座应采用铸钢制作。吊耳孔宜加设耐磨衬套,并宜做成长圆形,其圆心距可取 10mm~20mm。

11.3.9 拍门、快速闸门应设缓冲装置。

11.3.10 拍门的止水橡皮和缓冲橡皮宜设在门框上,并便于安装及更换。

11.3.11 拍门宜倾斜布置,其倾角可取 10°左右。拍门止水工作面宜与门框进行整体机械加工。

11.3.12 拍门铰座宜与门框成套制作。门框宜采用二期混凝土浇筑。对于成套供货的拍门,其门框与管道可采用法兰联接或焊接。

11.3.13 自由式拍门开启角和闭门撞击力可按本规范附录 C 和附录 D 计算。

11.3.14 快速闸门闭门速度和闭门撞击力可按本规范附录 E 计算。

11.4 启闭设备

11.4.1 启闭设备的型式应根据泵站布置、闸门(拦污栅)型式、孔口尺寸、数量、启闭时间要求和运行条件等,经技术经济比较后选定。工作闸门和事故闸门宜选用固定式启闭机;有控制的拍门宜选用液压式快速闸门启闭机;快速闸门宜选用液压式快速闸门启

闭机,也可选用卷扬式快速闸门启闭机;检修闸门和拦污栅宜选用卷扬启闭机、螺杆启闭机或电动葫芦,当孔口数量较多时,宜选用移动式启闭机或移动式电动葫芦。

11.4.2 启闭机设计应按现行行业标准《水利水电工程启闭机设计规范》SL 41 的有关规定执行。

11.4.3 卷扬式和液压式快速闸门启闭机应设现地紧急手动释放装置。

11.4.4 卷扬启闭机宜选用镀锌钢丝绳。

11.4.5 启闭机房宜配置适当的检修起吊设施或设备。启闭机与机房墙面及两台启闭机间净距均不应小于 0.8m。

12 安全监测

12.1 工程监测

12.1.1 根据工程等别、地基条件、工程运用及设计要求,泵站应设置变形、渗流、水位等监测项目,并宜设应力、泥沙等监测项目,必要时还可设振动专项监测。

12.1.2 垂直位移宜埋设水准标点,采用水准法进行测量,水平位移宜设水平位移测墩,采用视准线、交汇等方法进行观测。垂直位移和水平位移监测的工作基点及校核基点宜布置在建筑物两岸变形影响区域外,且便于观测的坚实基础上,两端各布置 1 个。

12.1.3 扬压力监测可通过埋设在建筑物下的测压管或渗压计进行。监测点应布设在与主泵房轴线垂直的横向监测断面上。每个横断面上的监测点不宜少于 3 点,并至少应在 3 个横断面布置监测点。

12.1.4 多泥沙水源泵站应对进水池内泥沙淤积部位和高度进行监测,并在出水渠道上选择一长度不小于 50m 的平直段设置 3 个监测断面,对水流的含沙量、渠道输沙量和淤积情况进行测量分析。

12.1.5 应通过理论计算,分别在泵房结构应力和振动位移最大值的部位埋设或安置相应的监测设备。

12.2 水力监测

12.2.1 泵站应设置水力监测系统,应根据泵站的性质和特点设置水位、压力、流量等监测项目。

12.2.2 泵站进、出水池应设置水位标尺,根据泵站管理的要求可加装水位传感器或水位报警装置。来水污物较多的泵站还应对拦

污栅前后的水位落差进行监测。

12.2.3 水泵进、出口及虹吸式出水流道的驼峰顶部应设真空或压力监测设备,真空表精度等级宜选择 1.5 级。根据泵站的需要还可同时安装相应的压力传感器。

12.2.4 泵站应装设累计水量及单泵流量的监测设备,并在合理位置设置对流量监测设备进行标定所必需的设施。

12.2.5 对配有肘形、钟形或渐缩形进水流道的大型泵站,可采用进水流道差压法并配合水柱差压计或差压流量变送器进行流量监测。设计时应按规定要求设置预埋件,埋设取压管并将其引至泵房下层。对于有等断面管道(或流道)的泵站可采用测量流速的方法对差压流量计进行标定;对于流道断面不规则的泵站可采用盐水浓度法等对差压流量计进行标定测量。

12.2.6 装有进水喇叭管的轴流泵站,可采用喇叭口差压法,配合水柱差压计或差压流量变送器进行流量监测。测压孔的位置应在叶片进口端与前导锥尖之间选取,宜与来流方向成 45°对称布置 4 个测压孔,连接成匀压环。差压流量计的标定宜在水泵生产厂或流量标定站进行。当在泵站现场标定时,应根据现行行业标准《泵站现场测试规程》SD 140 和泵站的具体条件选定标定方法,在设计中应根据标定测量的要求设置必要的预埋件。

12.2.7 对于进、出水管道系统没有稳定的差压可供利用的抽水装置,当管道较长时,可在出水管道上装置钢板焊接的文丘里管测定流量,并合理选择流量测量仪表。也可考虑采用超声波法测流。

12.2.8 对进水管装有 90°或 45°弯头或出水管装有 90°弯头的中型卧式离心泵或混流泵泵站,可利用弯头内侧与外侧的水流压力差,配备水柱差压计或差压流量变送器进行流量监测。弯头流量系数应在实验室或泵站现场进行率定。

附录 A 泵房稳定分析有关数据

A.0.1 泵房基础底面与地基之间的摩擦系数值可按表 A.0.1 采用。

表 A.0.1 摩擦系数值

地基类别		摩擦系数 f
粘土	软弱	0.20~0.25
	中等坚硬	0.25~0.35
	坚硬	0.35~0.45
壤土、粉质壤土		0.25~0.40
砂壤土、粉砂土		0.35~0.40
细砂、极细砂		0.40~0.45
中砂、粗砂		0.45~0.50
砂砾石		0.40~0.50
砾石、卵石		0.50~0.55
碎石土		0.40~0.50

A.0.2 土基上泵房基础底面与地基之间的摩擦角和粘结力值可按表 A.0.2 采用。

表 A.0.2 摩擦角和粘结力值

地基类别	摩擦角 ϕ_0 (°)	粘结力 C_0 (kPa)
粘性土	0.9ϕ	$(0.2 \sim 0.3) C$
砂性土	$(0.85 \sim 0.9) \phi$	0

注：表中 ϕ 为室内饱和固结快剪(粘性土)或饱和快剪(砂性土)试验测得的内摩擦角值(°)； C 为室内饱和固结快剪试验测得的粘结力值(kPa)。

A.0.3 岩基上泵房基础底面与岩石地基之间的抗剪断摩擦系数值、抗剪断粘结力值和摩擦系数值可按表 A.0.3 采用。如岩石地

基内存在风化岩石、软弱结构面、软弱层(带)或断层的情况,抗剪断摩擦系数和抗剪断粘结力值应按现行国家标准《水利水电工程地质勘察规范》GB 50287 的有关规定选用。

表 A.0.3 岩基上泵房基础底面与岩石地基之间的抗剪断摩擦系数值、抗剪断粘结力值和抗剪摩擦系数值

岩体分类	抗剪断摩擦系数 f'	抗剪断粘结力 C' (MPa)	抗剪摩擦系数 f
I	1.50~1.30	1.50~1.30	0.85~0.75
II	1.30~1.10	1.30~1.10	0.75~0.65
III	1.10~0.90	1.10~0.70	0.65~0.55
IV	0.90~0.70	0.70~0.30	0.55~0.40
V	0.70~0.40	0.30~0.05	0.40~0.30

注:1 表中岩体即基岩,岩体分类标准应按现行国家标准《水利水电工程地质勘察规范》GB 50287 的规定执行;

2 表中参数限于硬质岩,软质岩应根据软化系数进行折减。

附录 B 泵房地基计算及处理

B.1 泵房地基允许承载力

B.1.1 在只有竖向对称荷载作用下,限制塑性区开展深度可按
下式计算:

$$[R_{1/4}] = N_B \gamma_B B + N_D \gamma_D D + N_C C \quad (\text{B.1.1})$$

式中: $[R_{1/4}]$ ——限制塑性区开展深度,为泵房基础底面宽度的
1/4 时的地基允许承载力(kPa);

B ——泵房基础底面宽度(m),按基础短边计;

D ——泵房基础埋置深度(m);

C ——地基土的粘结力(kPa);

γ_B ——泵房基础底面以下土的重力密度(kN/m³),地下
水位以下取有效重力密度;

γ_D ——泵房基础底面以上土的加权平均重力密度(kN/
m³),地下水位以下取有效重力密度;

N_B 、 N_D 、 N_C ——承载力系数,见表 B.1.1。

表 B.1.1 承载力系数

ϕ (°)	N_B	N_D	N_C	ϕ (°)	N_B	N_D	N_C	ϕ (°)	N_B	N_D	N_C
0	0.000	1.000	3.142	9	0.160	1.641	4.048	18	0.431	2.725	5.310
1	0.014	1.056	3.229	10	0.184	1.735	4.168	19	0.472	2.887	5.480
2	0.029	1.116	3.320	11	0.209	1.834	4.292	20	0.515	3.059	5.657
3	0.045	1.179	3.413	12	0.235	1.940	4.421	21	0.561	3.243	5.843
4	0.061	1.246	3.510	13	0.263	2.052	4.555	22	0.610	3.439	6.036
5	0.079	1.316	3.610	14	0.293	2.170	4.694	23	0.662	3.648	6.238
6	0.098	1.390	3.714	15	0.324	2.297	4.839	24	0.718	3.872	6.449
7	0.117	1.469	3.821	16	0.358	2.431	4.990	25	0.778	4.111	6.670
8	0.138	1.553	3.933	17	0.393	2.573	5.146	26	0.842	4.366	6.902

续表 B.1.1

ϕ (°)	N_B	N_D	N_C	ϕ (°)	N_B	N_D	N_C	ϕ (°)	N_B	N_D	N_C
27	0.910	4.640	7.144	32	1.336	6.343	8.550	37	1.954	8.815	10.371
28	0.984	4.934	7.399	33	1.441	6.765	8.876	38	2.109	9.437	10.799
29	1.062	5.249	7.665	34	1.555	7.219	9.220	39	2.278	10.113	11.253
30	1.147	5.588	7.946	35	1.678	7.710	9.583	40	2.462	10.846	11.734
31	1.238	5.951	8.240	36	1.810	8.241	9.966				

B.1.2 在既有竖向荷载作用,且有水平向荷载作用下,可按下列式计算:

$$[R_h] = \frac{1}{K}(0.5 \gamma_B B N_r S_r i_r + q N_q S_q d_q i_q + C N_c S_c d_c i_c) \quad (B.1.2-1)$$

$$S_r = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad (B.1.2-2)$$

$$S_q = S_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L} \quad (B.1.2-3)$$

$$d_q = d_c = 1 + 0.35 \frac{B}{L} \quad (B.1.2-4)$$

式中: $[R_h]$ ——地基允许承载力(kPa);

K ——安全系数,对于固结快剪试验的抗剪强度指标时,
 K 值可取用 2.0~3.0(对于重要的大型泵站或软土地基上的泵站, K 值可取大值;对于中型泵站或较坚实地基上的泵站, K 值可取小值);

q ——泵房基础底面以上的有效侧向荷载(kPa);

N_r 、 N_q 、 N_c ——承载力系数,见表 B.1.2-1;

表 B.1.2-1 承载力系数

ϕ (°)	N_r	N_q	N_c	ϕ (°)	N_r	N_q	N_c	ϕ (°)	N_r	N_q	N_c
0	0	1.00	5.14	14	1.16	3.58	10.37	28	13.13	14.71	25.80
2	0.01	1.20	5.69	16	1.72	4.33	11.62	30	18.09	18.40	30.15
4	0.05	1.43	6.17	18	2.49	5.25	13.09	32	24.95	23.18	35.50
6	0.14	1.72	6.82	20	3.54	6.40	14.83	34	34.54	29.45	42.18
8	0.27	2.06	7.52	22	4.96	7.82	16.89	36	48.08	37.77	50.61
10	0.47	2.47	8.35	24	6.90	9.61	19.33	38	67.43	48.92	61.36
12	0.76	2.97	9.29	26	9.53	11.85	22.25	40	95.51	64.23	75.36

S_r, S_q, S_c ——形状系数,对于矩形基础,按公式(B.1.2-2)、公式(B.1.2-3)计算;对于条形基础,取 $S_r = S_q = S_c = 1$;

L ——泵房基础底面长度(m);

d_q, d_c ——深度系数,按公式(B.1.2-4)计算;

i_r, i_q, i_c ——倾斜系数,见表 B.1.2-2;当荷载倾斜率 $\tan \delta = 0^\circ$ 时, $i_r = i_q = i_c = 1$;

δ ——荷载倾斜角($^\circ$)。

表 B.1.2-2 荷载倾斜系数

ϕ ($^\circ$)	$\tan \delta$											
	0.1			0.2			0.3			0.46		
	i_r	i_q	i_c	i_r	i_q	i_c	i_r	i_q	i_c	i_r	i_q	i_c
6	0.64	0.80	0.53	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.71	0.84	0.69	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.72	0.85	0.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.73	0.85	0.78	0.40	0.63	0.44	—	—	—	—	—	—
14	0.73	0.86	0.80	0.44	0.67	0.54	—	—	—	—	—	—
16	0.73	0.85	0.81	0.46	0.68	0.58	—	—	—	—	—	—
18	0.73	0.85	0.82	0.47	0.69	0.61	0.23	0.48	0.36	—	—	—
20	0.72	0.85	0.82	0.47	0.69	0.63	0.26	0.51	0.42	—	—	—
22	0.72	0.85	0.82	0.47	0.69	0.64	0.27	0.52	0.45	0.10	0.32	0.22
24	0.71	0.84	0.82	0.47	0.68	0.65	0.28	0.53	0.47	0.13	0.37	0.29
26	0.70	0.84	0.82	0.46	0.68	0.65	0.28	0.53	0.48	0.15	0.38	0.32
28	0.69	0.83	0.82	0.45	0.67	0.65	0.27	0.52	0.49	0.15	0.39	0.34
30	0.69	0.83	0.82	0.44	0.67	0.65	0.27	0.52	0.49	0.15	0.39	0.35
32	0.68	0.82	0.81	0.43	0.66	0.64	0.26	0.51	0.49	0.15	0.39	0.36
34	0.67	0.82	0.81	0.42	0.65	0.64	0.25	0.50	0.49	0.14	0.38	0.36
36	0.66	0.81	0.81	0.41	0.64	0.63	0.25	0.50	0.48	0.14	0.37	0.36
38	0.65	0.80	0.80	0.40	0.63	0.62	0.24	0.49	0.47	0.13	0.37	0.35
40	0.64	0.80	0.79	0.39	0.62	0.62	0.23	0.48	0.47	0.13	0.36	0.35

B.1.3 在既有竖向荷载作用,且有水平向荷载作用下,也可按下式核算泵房地基整体稳定性,并应符合下列规定:

$$C_k = \frac{\sqrt{\left[\frac{\sigma_y - \sigma_x}{2}\right]^2 + \tau_{xy}^2} - \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} \sin \phi}{\cos \phi} \quad (\text{B.1.3})$$

式中: C_k ——满足极限平衡条件时所必需的最小粘结力(kPa);

ϕ ——地基土的摩擦角(°);

σ_y 、 σ_x 、 τ_{xy}^2 ——核算点的竖向应力、水平向应力和剪应力(kPa),可将泵房基础底面以上荷载简化为竖向均布、竖向三角形分布、水平向均布和竖向半无限均布等情况,按核算点坐标与泵房基础底面宽度的比值查出应力系数,分别计算求得。应力系数可按现行行业标准《水闸设计规范》SL 265 的规定执行。

1 当按公式(B.1.3)计算的最小粘结力值小于核算点的粘结力值时,该点处于稳定状态;当计算的最小粘结力值等于核算点的粘结力值时,该点处于极限平衡状态;当计算的最小粘结力值大于核算点的粘结力值时,该点处于塑性变形状态。经多点核算后,可将处于极限平衡状态的各点连接起来,绘出泵房地基土的塑性开展区范围。

2 泵房地基允许的塑性开展区最大开展深度可按泵房进水侧基础边缘下垂线上的塑性变形开展深度不超过基础底面宽度1/4的条件控制。当不满足上述控制条件时,可减小或调整泵房基础底面以上作用荷载的大小或分布。

B.2 土质地基常用处理方法

B.2.1 土质地基常用处理方法见表 B.2.1。

表 B.2.1 土质地基常用处理方法

地基处理方法	基本作用	适用条件	说明
换填垫层法	改善地基应力分布,减少沉降量,提高地基整体稳定性和抗渗稳定性	①浅层软弱地基及不均匀地基; ②垫层厚度不宜超过 3.0m	如用于深厚层软土地基,仍有较大的沉降量
强力夯实法	增大地基承载能力,减少沉降量,并提高地基抗振动液化的能力	透水性较好的松软地基,特别是碎石土或稍密的砂土、杂填土、非饱和粘性土及湿陷性黄土地基	如用于淤泥或淤泥质土地基,应通过现场试验确定其适用性和处理效果
振冲法	增大地基承载能力,减少沉降量,并提高地基抗振动液化的能力	各种松软地基,特别是松砂,或软弱的砂壤土、中砂、粗砂	①处理后,地基的均匀性和防止渗透变形的条件较差; ②如用于软土地基,处理效果不明显
水泥土搅拌法	增大地基承载能力,减少沉降量,加强地基防渗,提高地基整体稳定性和抗地震液化能力	正常固结淤泥质土、粉土、饱和黄土、素填土和粘性土	①不宜用于有流动地下水的饱和砂土; ②加固深度宜在 15m 以内; ③作为复合地基,桩顶与基础间设垫层
桩基础	增大地基承载能力,减少沉降量,提高抗滑稳定性	较深厚的松软地基,特别是上部为松软土层,下部为坚硬土层的地基	①桩尖未嵌入坚硬土层的摩擦桩,仍有一定的沉降量; ②如用于松砂、砂壤土地基,应注意地基渗透变形问题
沉井基础	增大地基承载能力,减少沉降量,提高抗滑稳定性,并对防止地基渗透变形有利	上部为软土层或粉砂、细砂层,下部为硬粘土层或岩层的地基	不宜用于上部夹有蛮石、树根等杂物的松软地基或下部为顶面倾斜度较大的岩石地基

注:经论证后也可采用高压喷射法等其他地基处理方法。

附录 C 自由式拍门开启角近似计算

C.0.1 整体自由式拍门开启角(图 C.0.1):当拍门前管(流)道任意布置,门外两边无侧墙时,可按公式(C.0.1-1)求解;当拍门前管(流)道水平布置,门外两边有侧墙时,可按公式(C.0.1-2)求解。参数 m 按公式(C.1.1-3)计算。

$$\sin \alpha = \frac{m}{2} \cos^2(\alpha - \alpha_B) \quad (\text{C.0.1-1})$$

$$\sin \alpha = \frac{m}{4} \frac{\cos^3 \alpha}{(1 - \cos \alpha)^2} \quad (\text{C.0.1-2})$$

$$m = \frac{2 \rho Q V L_c}{G L_g - W L_w} \quad (\text{C.0.1-3})$$

式中 α ——拍门开启角($^\circ$);
 α_B ——管(流)道中心线与水平面的夹角($^\circ$);
 m ——与水泵运行工况、管(流)道尺寸、拍门设计参数有关的参数;
 ρ ——水体密度(kg/m^3);
 Q ——水泵流量(m^3/s);
 V ——管(流)道出口流速(m/s);
 G ——拍门自重力(N);
 W ——拍门浮力(N);
 L_c ——拍门水流冲力作用平面形心至门铰轴线的距离(m);
 L_g ——拍门重心至门铰轴线的距离(m);
 L_w ——拍门浮心至门铰轴线的距离(m)。

C.0.2 双节自由式拍门开启角(图 C.0.2),可按公式(C.0.2-1)和公式(C.0.2-2)联立方程用数值计算方法求解。式中参数 m_1 、 m_2 和 m_3 分别按公式(C.0.2-3)、公式(C.0.2-4)和公式(C.0.2-5)

计算。

$$\sin \alpha_1 = m_1 \cos^2(\alpha_1 - \alpha_B) + m_3 \frac{\cos(\alpha_2 - \alpha_B)[\cos(\alpha_1 - \alpha_B) + \sin(\alpha_2 - \alpha_1)]}{4 \left[1 - \frac{h_1}{h_1 + h_2} \cos(\alpha_1 - \alpha_B) \right]^2} \quad (C.0.2-1)$$

$$\sin \alpha_2 = m_2 \frac{\cos(\alpha_2 - \alpha_B)[\cos(\alpha_1 - \alpha_B) + \sin(\alpha_2 - \alpha_1)]}{4 \left[1 - \frac{h_1}{h_1 + h_2} \cos(\alpha_1 - \alpha_B) \right]^2} \quad (C.0.2-2)$$

$$m_1 = \frac{\rho Q V L_{c1} h_1}{(h_1 + h_2) [G_1 L_{g1} - W_1 L_{w1} + (G_2 - W_2) h_1]} \quad (C.0.2-3)$$

$$m_2 = \frac{\rho Q V L_{c2} h_2}{(h_1 + h_2) (G_2 L_{g2} - W_2 L_{w2})} \quad (C.0.2-4)$$

$$m_3 = \frac{\rho Q V h_1 h_2}{(h_1 + h_2) [G_1 L_{g1} - W_1 L_{w1} + (G_2 - W_2) h_1]} \quad (C.0.2-5)$$

式中： α_1 、 α_2 ——分别为上节拍门和下节拍门开启角(°)；

h_1 、 h_2 ——分别为上节拍门和下节拍门的高度(m)；

m_1 、 m_2 、 m_3 ——与水泵运行工况、管(流)道尺寸、拍门设计参数有关的参数；

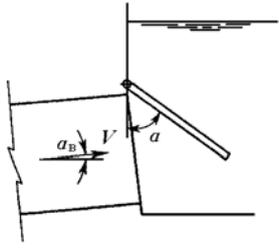
G_1 、 G_2 ——分别为上节拍门和下节拍门的自重力(N)；

W_1 、 W_2 ——分别为上节拍门和下节拍门的浮力(N)；

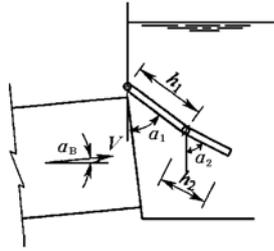
L_{g1} 、 L_{g2} ——分别为上节拍门和下节拍门的重心至门铰轴线的距离(m)；

L_{w1} 、 L_{w2} ——分别为上节拍门和下节拍门的浮心至门铰轴线的距离(m)；

L_{c1} 、 L_{c2} ——分别为上节拍门和下节拍门水流冲力作用平面形心至相应门铰轴线的距离(m)。



图C.0.1 拍门开启角



图C.0.2 双节式拍门开启角

附录 D 自由式拍门停泵闭门撞击力近似计算

D.0.1 停泵后正转正流时间和正转逆流时间可按公式(D.0.1-1)、公式(D.0.1-2)计算。

$$T_1 = \frac{\eta}{\rho g Q H} [J(\omega_0^2 - \omega^2) + \rho M Q^2] \quad (\text{D.0.1-1})$$

$$T_2 = T_1 \frac{\omega}{\omega_0 - \omega} \quad (\text{D.0.1-2})$$

式中： T_1 ——停泵正转正流时间(s)；

T_2 ——停泵正转逆流时间(s)；

ρ ——水体密度(kg/m³)；

g ——重力加速度(m/s²)；

H ——停泵前水泵运行扬程(m)；

Q ——停泵前水泵流量(m³/s)；

η ——停泵前水泵运行效率；

J ——机组转动部件转动惯量(kg·m²)；

ω_0 ——水泵额定角速度(rad/s)；

ω ——正转正流时段末水泵角速度(rad/s)， ω 值可由水泵全特性曲线求得，或取轴流泵 $\omega = (0.5 \sim 0.7) \omega_0$ ，混流泵、离心泵 $\omega = (0.4 \sim 0.5) \omega_0$ ；

M ——与管(流)道尺寸有关的系数， $M = \int_0^L \frac{dl}{f(l)}$ ，当管(流)

道断面尺寸为常数时， $M = L/A$ ；

L ——管(流)道进口至出口总长度(m)；

$f(l)$ ——管(流)道断面积沿长度变化的函数；

A ——管(流)道断面积(m²)。

D.0.2 整体自由式拍门停泵下落运动：正流阶段运动由方程(D.0.2-1)求解，逆流阶段运动由方程(D.0.2-2)求解。方程中的常数 a 、 b 、 c_1 和 c_2 分别按公式(D.0.2-3)至公式(D.0.2-6)计算。

$$\alpha'' = a\alpha'^2 - b\sin\alpha + c_1\left(1 - \frac{t}{T_1}\right)^2 \cos^2\alpha \quad (\text{D.0.2-1})$$

$$\alpha'' = a\alpha'^2 - b\sin\alpha - c_2 \frac{t}{T_2} \quad (\text{D.0.2-2})$$

$$a = \frac{1}{4J_p} K\rho B[(h+e)^4 - e^4] \quad (\text{D.0.2-3})$$

$$b = \frac{GL_g - WL_w}{J_p} \quad (\text{D.0.2-4})$$

$$c_1 = \rho QVL_c / J_p \quad (\text{D.0.2-5})$$

$$c_2 = \rho gHBhL_y / J_p \quad (\text{D.0.2-6})$$

式中：
 α ——拍门瞬时位置角度(rad)；
 α' ——拍门运动角速度(rad/s)；
 α'' ——拍门运动角加速度(rad/s²)；
 t ——时间(s)；
 T_1 、 T_2 ——停泵后正转正流和正转逆流历时(s)；
 a 、 b 、 c_1 、 c_2 ——与水泵运行工况、管(流)道尺寸、拍门设计参数有关的常数；
 B ——拍门宽度(m)；
 h ——拍门高度(m)；
 E ——拍门顶至门铰轴线的距离(m)；
 J_p ——拍门绕铰轴线转动惯量(kg·m²)；
 K ——拍门运动阻力系数，可取 $K=1\sim 1.5$ ；
 G ——拍门的自重力(N)；
 W ——拍门的浮力(N)；
 L_g ——拍门重心至门铰轴线的距离(m)；
 L_w ——拍门浮心至门铰轴线的距离(m)；
 ρ ——水体密度(kg/m³)；

- g ——重力加速度(m/s^2);
 Q ——停泵前水泵流量(m^3/s);
 V ——停泵前管(流)道出口流速(m/s);
 L_c ——拍门水流冲击力作用平面形心至门铰轴线的距离(m);
 L_y ——拍门反向水压力作用平面形心至门铰轴线的距离(m)。

D.0.3 拍门停泵下落运动方程可用布里斯近似积分、龙格-库塔法或其他数值计算方法求解。

D.0.4 拍门撞击力可按公式(D.0.4-1)~公式(D.0.4-3)计算。

$$N = \frac{1}{L_n} \left[\left(M_y - \frac{1}{2} M_R \right) + \sqrt{\left(M_y - \frac{1}{2} M_R \right)^2 + \frac{SE}{\delta} J_p \omega_m^2 L_n^2} \right] \quad (\text{D.0.4-1})$$

$$M_y = \frac{1}{2} \rho g H h^2 B \quad (\text{D.0.4-2})$$

$$M_R = \frac{1}{4} KB \rho g h^4 \omega_m^2 \quad (\text{D.0.4-3})$$

式中： N ——拍门撞击力(N);

L_n ——撞击力作用点至门铰轴线的距离(m);

M_y ——拍门水压力绕门铰轴线的力矩($\text{N}\cdot\text{m}$);

M_R ——拍门运动阻力绕门铰轴线的力矩($\text{N}\cdot\text{m}$);

H ——拍门下落运动计算所得作用水头(m);

ω_m ——拍门下落运动计算所得闭门角速度(rad/s);

S ——拍门缓冲块撞击接触面积(m^2);

E ——缓冲块弹性模量(N/m^2);

δ ——缓冲块厚度(m)。

附录 E 快速闸门闭门速度及撞击力近似计算

E.0.1 快速闸门停泵下落运动速度(图 E.0.1),可按公式(E.0.1-1)计算。其中,对卷扬启闭机自由下落闸门, a 值按公式(E.0.1-2)计算;对油压启闭机有阻尼下落闸门, a 值按公式(E.0.1-3)计算; b 和 c 值分别按公式(E.0.1-4)和公式(E.0.1-5)计算。

$$V = \sqrt{\frac{2ac + bm}{2a^2}(1 - e^{-2ax/m}) - bx/a} \quad (\text{E.0.1-1})$$

$$a = K\rho\delta B \quad (\text{E.0.1-2})$$

$$a = K\rho\delta B + \frac{\rho_0\pi}{8}(D^2 - d^2)^3 \sum_1^n \left[\frac{\lambda_i L_i}{d_i^5} + \frac{\zeta_i}{d_i^4} \right] \quad (\text{E.0.1-3})$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots n)$$

$$b = mg + \rho g B \left[\frac{h-H}{2} \delta - f(hH + H^2/2) \right] \quad (\text{E.0.1-4})$$

$$c = \rho g B \left[\frac{\delta}{2} - Hf \right] \quad (\text{E.0.1-5})$$

式中: V ——闸门下落运动速度(m/s);

x ——闸门从初始位置下落高度(m);

m ——闸门质量(kg);

a 、 b 、 c ——与闸门和启闭机设计参数有关的常数;

ρ 、 ρ_0 ——分别为水体和油体密度(kg/m³);

g ——重力加速度(m/s²);

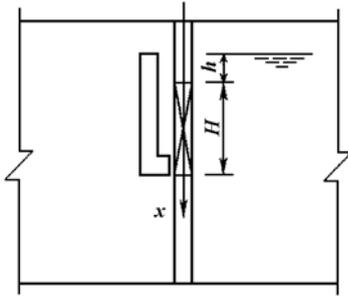
K ——闸门运动阻尼系数,可取 $K=1$;

B ——闸门宽度(m);

H ——闸门高度(m);

δ ——闸门厚度(m);

- f ——闸门止水橡皮与门槽的摩擦系数；
 d_i ——油压启闭机系统供油、回油 i 段管路直径或当量直径 (m)；
 L_i —— i 段管路长度或当量长度 (m)；
 λ_i —— i 段管路摩阻系数；
 ξ_i —— i 段管路局部阻力系数；
 d ——油压启闭机活塞杆直径 (m)；
 D ——油压启闭机油缸内径 (m)；
 h ——初始位置时门顶淹没水深 (m)。



图E.0.1 快速闸门下落运动

E.0.2 快速闸门对门槽底板撞击力可按下式计算：

$$N = mg \left[1 + \sqrt{1 + \frac{V_m^2}{g\delta_c}} \right] \quad (\text{E.0.2})$$

式中： N ——闸门撞击力 (N)；

V_m ——闸门下落运动计算所得闭门运动速度 (m/s)；

δ_c ——闸门自重作用下门底缓冲橡皮最大压缩变形 (m)。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB 50062
《电力装置的电气测量仪表装置设计规范》GB 50063
《工业与民用电力装置的过电压保护设计规范》GBJ 64
《工业与民用电力装置的接地设计规范》GBJ 65
《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87
《电力工程电缆设计规范》GB 50217
《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50287)
《污水综合排放标准》GB 8978
《生活饮用水卫生标准》GB 5749
《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
《建筑桩基技术规范》JGJ 94
《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123
《水工建筑物荷载设计规范》DL 5077
《水闸设计规范》SL 265
《水工挡土墙设计规范》SL 379
《机器动荷载作用下建筑物承重结构的振动计算和隔振设计规程》YSJ 009
《导体和电器设备选择设计技术规范》SDGJ 14
《高压配电装置设计技术规程》SDJ 5
《水利水电工程启闭机设计规范》SL 41
《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74
《水利水电工程设计防火规范》SDJ 278
《水电站压力钢管设计规范》SL 281
《泵站现场测试规程》SD 140