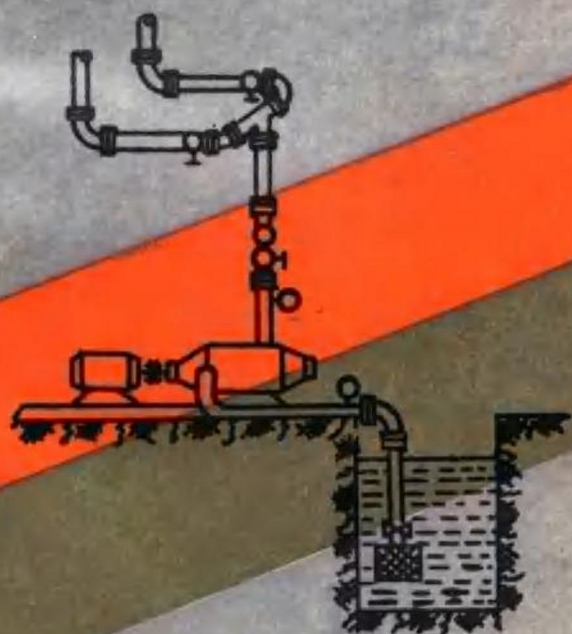


▲ 矿山机械使用维修丛书

▲ 矿井排水设备 使用维修

▲ 李世华 编



42.07

机械工业出版社

TD442.07

1

3

57108/12

矿山机械使用维修丛书

矿井排水设备使用维修

李世华 编

刘世勋 主审



机械工业出版社

本书是“矿山机械使用维修丛书”之一，其主要内容包括矿井排水设备的分类、基本构造、工作原理、主要性能参数及其测定；矿井排水设备的运转与调节；矿井排水设备的安装、维护保养、检查修理及选择计算等。

本书可供矿山操作、维修工人使用，亦可供工程技术人员、管理人员参考。

矿井排水设备使用维修

李世华 编

刘世勋 主审

*

责任编辑：王世刚 版式设计：胡金瑛

封面设计：郭景云 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

*

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许可出字第114号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32·印张 5 1/4·字数 134 千字

1990 年 6 月北京第一版·1990 年 6 月北京第一次印刷

印数 0,001—1,680·定价：4.95 元

*

ISBN 7-111-02143-6/TD·7



丛 书 编 审 委 员 会

主任：张智铁

编委：李仪钰	夏纪顺	蔡崇勋	朱启超
吴建南	周恩浦	吴继锐	刘世勋
肖先金	郭赐吾	安 伟	李世华
魏胜利	刘玉恩	王振坤	廖国权
李海源	刘同友	徐本祺	吴友海
万 云	郭友梅	李明加	戚 铤
黄力生	钟世民	梁康荣	

序

“矿山机械使用维修丛书”就要问世了，广大读者是会欢迎它的。

我国是一个采矿大国，也是矿山机械的制造和使用大国。从事矿山机械的规划、研究、设计、制造、安装、运转、维修、管理的工人和工程技术人员是如此之多，他们迫切需要这样一套《丛书》。

设备的使用、维修在设备的一生中是至关重要的。资料表明，使用维修费用总是远远超过设备原值的。于是，国外发展了寿命周期费用评价法，进而形成了“设备综合工程学”，以设备一生作为研究对象，将设备工程分为规划工程和维修工程两个阶段，对有形资产的工程技术、管理、财务等方面从各个环节（方案、设计、制造、安装、运行、维修保养、改进、更新等）进行综合管理，以提高设备可靠性和维修性，从而使设备寿命周期费用达到最经济的程度。

“矿山机械使用维修丛书”全面总结了我国矿出机械使用、维修的成就和先进经验，对进一步提高矿山职工的技术素质、提高矿山机械的可靠性与维修性、提高矿山企业的经济效益具有实用的价值。

中国有色金属工业总公司装备局和设备管理协会委托中南工业大学矿机教研室负责编审这套《丛书》，是一个很好的尝试。在编写中，得到了冷水江有色金属矿山技工学校等单位的大力支持。我们期望，这一工作在全国矿业界和矿山机械行业产生普遍的良好反响。

洪戈

目 录

第一章 概述	1
第二章 离心式水泵	11
第一节 离心泵的工作原理与基本参数计算	11
第二节 离心泵的主要零部件	16
第三节 矿用离心泵的结构	19
第四节 离心泵与管路的性能曲线	30
第五节 离心泵的轴向推力与平衡	34
第三章 离心泵的运行、调节及测试	38
第一节 离心泵的起停操作	38
第二节 离心泵的联合运行	40
第三节 离心泵的调节	42
第四节 离心泵性能的测定	44
第四章 矿井排水设备的选择计算	53
第一节 任务和步骤	53
第二节 选择排水系统与确定水泵台数	54
第三节 确定管路趟数和泵房内管路布置	56
第四节 排水管直径的计算与选材	58
第五节 验算排水时间和吸水高度	59
第六节 电动机的功率及耗电量	61
第七节 吨矿石的排水耗费	63
第五章 矿井排水设备的安装及水仓清理	65
第一节 排水设备的安装程序	65
第二节 离心泵的预安装	67
第三节 离心泵与电动机的整体安装	73
第四节 排水管路的安装	77
第五节 矿井排水设备安装质量标准	81
第六节 离心泵的试运转	84

第七节	水仓清理·····	86
第六章	离心泵的维护检修·····	90
第一节	离心泵的维护保养·····	90
第二节	离心泵的检修周期与内容·····	93
第三节	离心泵的常见故障及处理方法·····	95
第四节	离心泵的检修质量标准·····	101
第五节	离心泵拆卸后的检查·····	105
第六节	离心泵的检修定额·····	106
第七章	离心泵主要零部件的修理·····	111
第一节	泵体的修理·····	111
第二节	泵轴的修理·····	113
第三节	轴承的修理·····	117
第四节	叶轮的修理·····	130
第五节	轴向密封装置与口环的修理·····	134
第八章	矿山移动式排水设备·····	137
第一节	矿山掘进排水·····	137
第二节	潜水泵·····	138
第三节	螺杆泵·····	140
第四节	往复泵·····	143
第五节	气泡泵与压气泵·····	151
第六节	油隔离泥浆泵·····	153
参考文献	·····	157

第一章 概 述

一、矿井排水的意义

在金属矿的地下开采过程中,由于土壤和岩层中含水的涌出,雨雪和江河中水的渗透,水砂充填和水力采矿的供水,将有大量的水昼夜不停地汇集于井下。如果不能及时地将这些积水排送到井上,井下的安全生产就会得不到保障。严重时,有使矿井生产中断、矿井被淹没的危险。因此矿井排水设备的任务就是把坑内积水及时排送到地面上。

有关资料表明,一般每开采 1 t 矿石要排出 2 ~ 5 t 井下涌水,有时甚至更多。矿井排水设备的电动机功率,小的几瓩到几十瓩,大的几百瓩到上千瓩。因此,矿井排水设备运转的可靠性(安全运转)与经济性(效率高、电耗量小),具有十分重要的意义。

二、矿井涌水

矿井涌水主要来自大气降水、地表水、含水层水、断层水和老空水等。

大气降水包括雨水和融雪,降水量大的地区,在降水量大的季节,涌入矿井的水量较大;降水量小的地区,降水量小的季节,涌入矿井的水量较小。

地表水是指江河湖海洼地积水及水库等,由于地表水水源水量很大,在这些地区下面附近开采的矿井,一旦与地表水沟通,威胁很大。

地下各种岩层和土层,其中如砂土、砂砾和卵石等,因有大量空隙,水在其中积存和渗透,称为含水层。石灰岩层很细密,但易被水浸蚀成溶洞,连起来的溶洞,构成地下暗河,这种岩层也叫水层。矿井在开采过程中,含水层受到破坏时,涌水量会突然增大。

断层附近的岩石比较破碎，易于积水，称为断层水。

废弃的井巷和采空区的积水，称为老空积水。

矿井涌水量的大小，通常以每小时或每分钟涌入矿井多少 m^3 来计算，由于涌水量受水文地质、气候条件、地下积水及开采方法的影响，因此各矿涌水量均不一致，即使同一矿井，不同季节也不一样，当雨季和融雪期出现高峰，这时的涌水量叫最大涌水量；正常时期的涌水量称为正常涌水量。

除了这些自然涌水外，在水砂充填法的矿井中，还涌入矿井一些废水。

三、矿井水的性质及排水设备保护

矿井水的成分很复杂，它对排水设备的腐蚀性，不仅与游离硫酸的存在有关系，而且和硫酸镁、硫酸铁和硫酸铝的存在有关系。矿井水的物理性质和酸度，可用氢离子浓度 pH 值的大小来表示，如表1-1所示。

表1-1 矿井水的物理性质和酸度

矿 井 水	pH 值				
	0 ~ 3	4 ~ 6	7	8 ~ 10	11 ~ 14
酸 碱 度	强 酸 性	弱 酸 性	中 性	弱 碱 性	强 碱 性
物理性质	混浊浓茶色	混浊黄色	微 混	较清洁透明	清洁透明

由于酸性矿井水对金属具有腐蚀破坏作用，所以矿井排水设备的钢铁零件，一旦遇到酸性矿井水时，将会加快破坏。因此，当 pH 值小于 3 时，就必须采用耐酸泵（如锡青铜泵、陶瓷泵）或其它防蚀措施，来保护和延长排水设备的使用寿命。

四、矿井排水系统

由于各矿井开采的深浅不同，井田的范围大小及开采的阶段数目多少等都不一样，因此，矿井排水系统的型式也是较多的。

1. 一个水平开采时的排水系统

一个水平开采时，深度不大，一般全矿涌水汇集于水仓，由主排水设备直接排至地表（见图1-1 a 所示）。

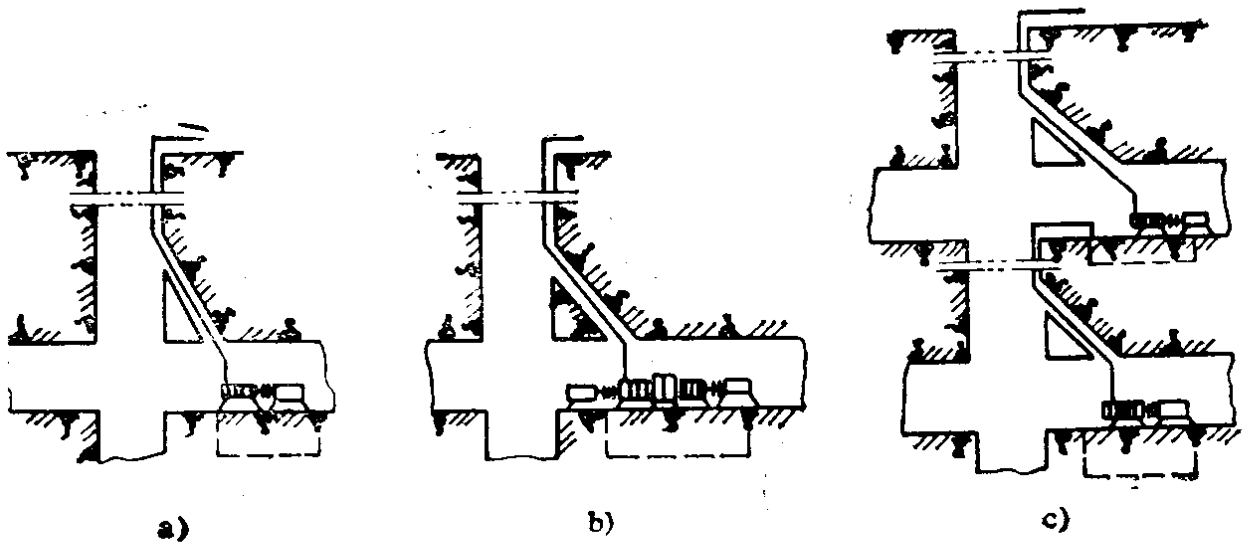


图1-1 一个水平开采时的排水系统

若矿井的深度很大，利用一台水泵不能将水排到地表，可以用两台水泵串联工作，或采取分段转载将水排至地表的方法（见图1-1 b、c）。

2. 多水平开采时的排水系统

几个水平同时开采时，常见的排水系统有：

（1）分段排水 每个水平设置主要排水设备，将各水平的涌水直接排至地表，如图1-2 a所示。这种排水系统的优点是：各水平的排水设备工作互不影响；缺点是：各水平都设置主要排水设备，这样增加了水泵房数量及其峒室的开拓费用，并且使井筒中排水管道增多，增加了管理和维修的复杂性。

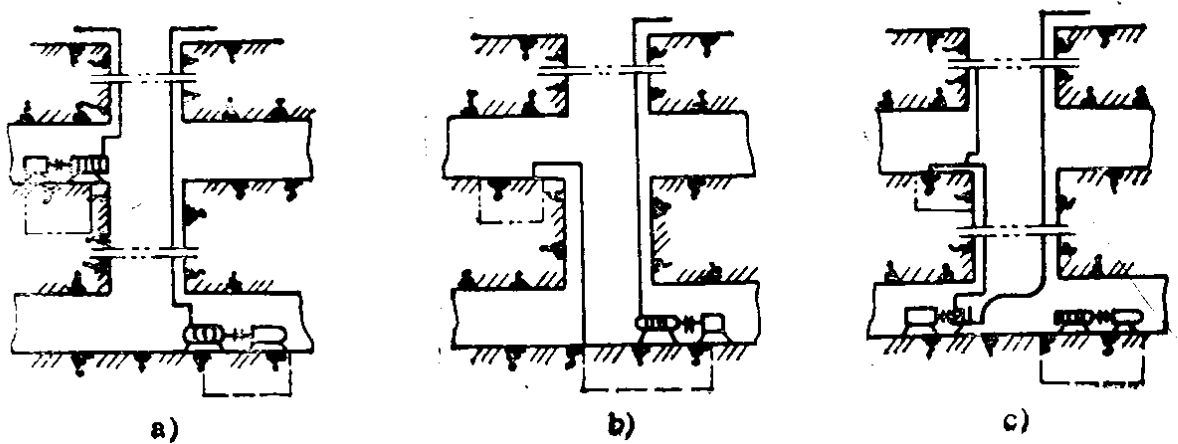


图1-2 多水平开采时的排水系统

(2) 在一个水平设置主排水设备, 其余水平设置辅助排水设备, 这种排水系统又可分为两种,

主排水设备设置在上水平, 下水平积水由辅助排水设备排至主排水设备的水仓中, 然后由主排水设备将水排至地表, 见图1-1 c 所示。这种排水系统的优点, 全矿只有一个水平有主排水设备, 便于管理; 辅助排水设备, 当开采水平延深后便于移置。

主排水设备放置在下一水平, 上水平的水引入下一水平的水仓中, 由主排水设备一起排至地表, 其缺点是上水平的水流到下水平后再一起排出, 增加了电能消耗。因此, 某些矿山采取将上水平的水用管道直接引到下一水平水泵的吸水管中, 从而降低了能耗, 排水系统分别见图 1-2 b、c。

五、矿井排水设备的分类

根据矿井排水设备所担负的任务不同, 一般分为移动式排水

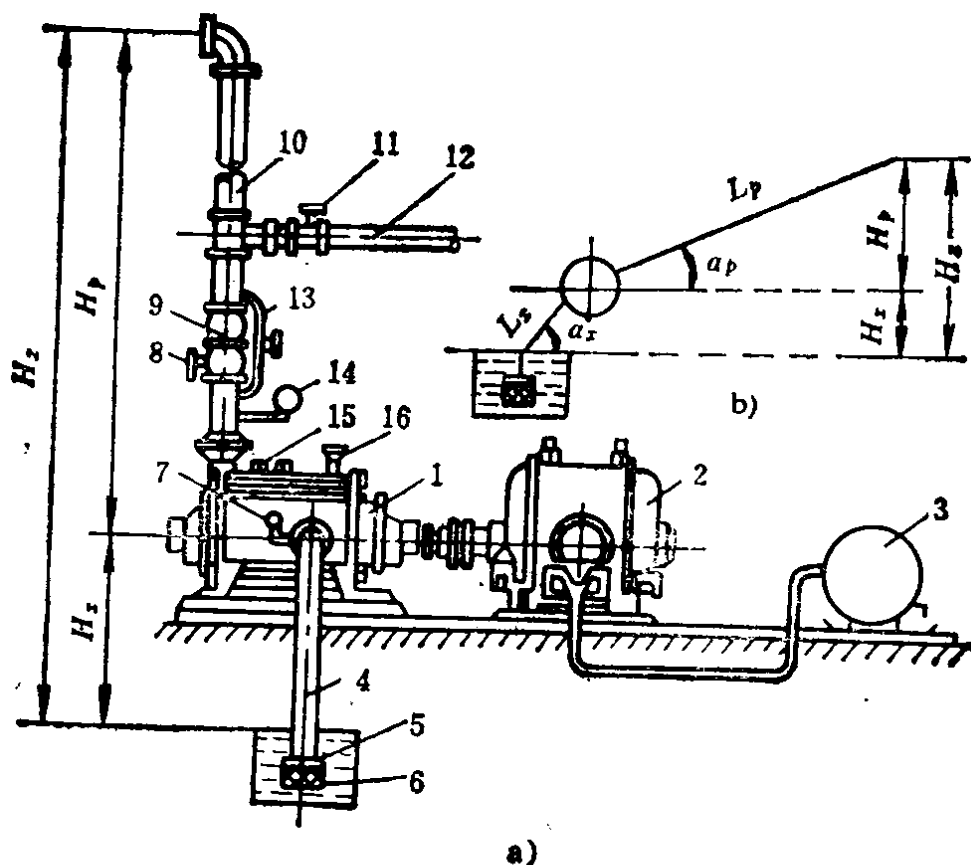


图1-3 矿井固定式排水设备示意图

- 1—离心式水泵 2—电动机 3—起动设备 4—吸水管 5—底阀 6—滤水器 7—真空表 8—调节阀门 9—逆止阀 10—排水管 11—放水闸阀 12—放水管 13—旁通管 14—压力表 15—放气栓 16—灌引水漏斗

设备和固定式排水设备。

1. 移动式排水设备

移动式排水设备又称辅助排水设备。它只是为矿井的局部排水服务的。如竖井及斜井掘进工作面的排水，为恢复被淹矿井的排水。其排水设备随着工作面的移动或水位的变化而相应的移动。

2. 固定式排水设备

固定式排水设备又称主排水设备。采用主排水设备将汇集于水仓中的矿井涌水排出地表，是矿井排水的最主要的形式，如图1-3所示。

从图1-3中可看出，矿井水是经底阀 5 吸入吸水管 4 而进入水泵 1，获得压力能后顺水泵出口进入排水管，通过闸阀、逆止阀沿排水管送到地表水池。

六、主水泵房及水仓

目前矿井排水均采用离心式水泵为主排水设备，主排水设备的泵房设置在井底车场附近。比较典型的竖井主水泵房在井下的布置如图1-4所示，为了排出矿井涌水，首先要把水集中起来，水顺巷道内具有一定坡度的排水沟流入水仓。水仓的作用是储水和沉淀，为了及时清扫沉于仓底的沉淀物，一般都有两个水仓，以便两者轮换清理。

当矿井有突然出现特大涌水量的可能

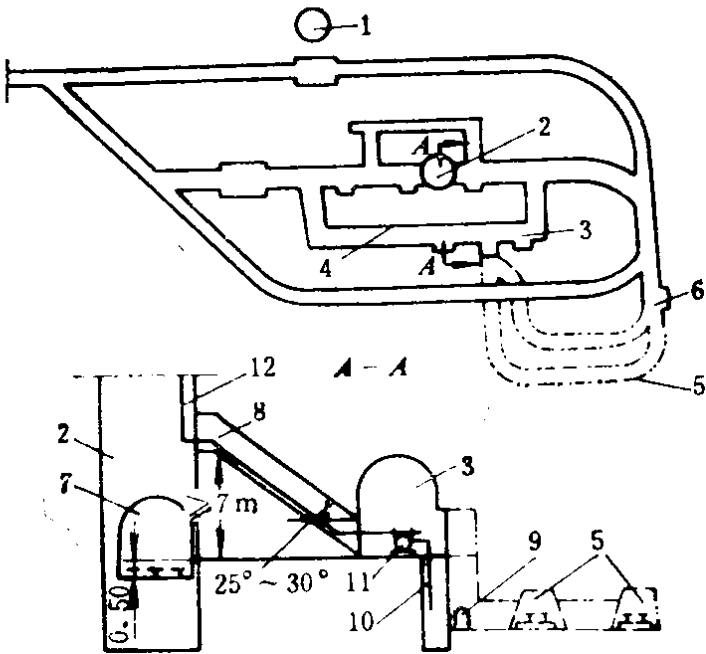


图1-4 竖井主水泵房布置示意图

- 1—主井 2—副井 3—泵房 4—变电所
5—水仓 6—绞车房 7—井底车场 8—管子道
9—分水井 10—吸水井 11—水泵
12—排水管

或正常涌水量超过 $300\text{m}^3/\text{h}$ 时,则泵房应设置斜通道与竖井梯子间及管子道直接相联,用以敷设排水管和电缆以及当发生水灾时搬运设备和通行人员。对涌水量大和水文地质条件复杂的矿井,突然涌水有可能淹没矿井时,则主水泵房不设在最低中段。

泵房的设置因泵房底板标高与井底车场及水仓标高的差异,可分为一般式水泵房和潜没式水泵房。一般泵房的底板标高均高于井底车场及水仓的底板标高,而潜没式泵房的底板标高均低于井底车场及水仓的底板标高。

七、矿用水泵的分类

水泵的种类很多,在金属矿井中一般应用以下几种。

1. 往复式水泵

往复式水泵是利用活塞往复运动于水泵缸体内而进行吸水排水。这种水泵过去应用广泛,但目前由于离心式水泵的大量应用,在金属矿中除一些特殊用途外(例如泥浆泵),已很少使用。

2. 无传动装置水泵

这种泵是无传动装置的。其所以能产生排水作用,主要是依靠另一流体的作用,例如矿井中应用的喷射泵,它是利用另一高压水流的作用;又如水文探测时所用的气泡泵,是利用压缩空气来完成排水作用,这种泵用得很少。

3. 离心式水泵

这种泵具有很高的效率,能够和高速电动机直接联结传动,构造简单,操作方便,调节容易,所以在金属矿及其它矿的排水中得到广泛的应用。

矿井应用的离心式水泵又可分为几类:

(1) 按叶轮数目分类,可分为多级离心式水泵和单级离心式水泵。前者是由多个叶轮组成,其水泵的扬程较高,矿井的主水泵房里安装的就是这一类型的泵;后者是只有一个叶轮,有的是单吸叶轮,也有的是双吸叶轮,而且大都不用平衡盘来平衡轴向推力,这种泵扬程较低,一般用作移动式排水设备,如掘进工作面或作辅助排水设备。

(2) 按水泵外壳构造分类, 可分为分段式离心式水泵及整体式离心式水泵, 前者拆装及制造都很方便, 得到广泛应用, 后者外壳为整个圆筒形, 现在很少应用。

(3) 按有无导叶分类, 可分为有导叶离心式水泵与无导叶离心式水泵, 螺壳式水泵为无导叶离心式水泵, 水从叶轮出来后直接进入泵壳。

(4) 按水泵传动轴的安装方式, 可分为卧式和立式水泵, 卧式水泵在金属矿应用很多, 传动轴垂直安装的立式水泵有吊泵、潜水泵及深井泵。

八、矿井排水管路、管件及阀门

1. 管路及管件

(1) 管路的材质 矿井排水管路的主体是由铸铁管或钢管所构成, 在矿井主排水设备中, 铸铁管用得很少, 钢管用得很多。钢管包括水、压气输送钢管或无缝钢管, 根据排水流量的大小、压力的高低, 选用不同钢管、不同直径及不同管壁厚度。每节管的长度约在 $4 \sim 12.5\text{m}$, 随产品长度及运输安装条件来确定。对于浅矿井的排水和局部排水使用的管件, 可采用水、压气输送钢管。

(2) 管路的联接 矿井排水管路是由多根钢管连接而成, 其连接方法, 在排水管路中以采用法兰盘连接最为普遍, 采用螺纹连接的较少。图1-5为法兰盘连接的一例, 法兰盘焊接在钢管上, 压力低一些的用搭焊(图1-5 a), 压力高一些的用对焊(图1-5 b),

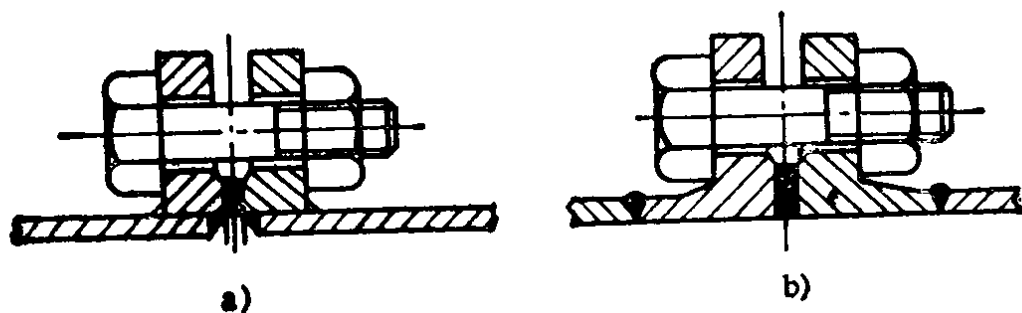


图1-5 法兰盘连接的管路

法兰盘多为铸钢或锻钢制成,法兰盘间用螺栓连接,螺栓的大小及多少,随管径及工作压力而不同。法兰盘间有垫片,以加强连接的密封。垫片具有一定弹性,多为橡胶、石棉、铅板等制成。

由于每节钢管两端都用法兰盘连接,法兰盘上螺栓孔相对位置,要求相当严格,否则连接将发生困难,安装时施工非常不便。因此出现了活法兰盘连接,如图1-6所示。活法兰盘可以自由旋转,以调节螺栓孔相对位置,安装时非常方便。

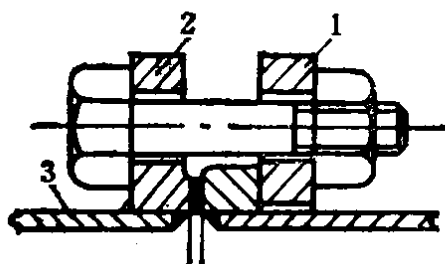


图1-6 活法兰盘连接

1—活法兰盘 2—固定法兰盘 3—钢管

当采用钻孔敷设垂直管路时,因钻孔直径的限制,不能采用法兰盘连接,如图1-7所示,采用焊接连接时,一般均在两节钢管之间,套上一钢匝,分别与两管焊接。

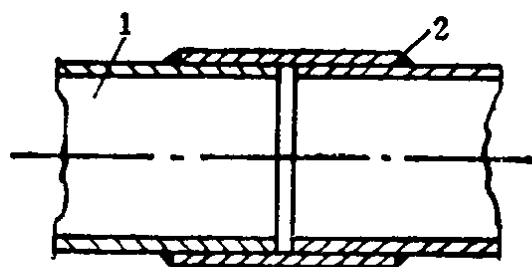


图1-7 用焊接连接

1—钢管 2—钢匝

（3）管件 排水管路在敷设过程中,因受环境限制或配管要求,需要弯头、三通及管座等管件,如图1-8所示。

2. 阀门

阀门是排水设备中一种主要附件,主要有闸阀、逆止阀及底阀等。

（1）闸阀 闸阀在矿井排水系统中用处很多。调节闸阀 8 安装在靠近水泵排水接管上方的排水管路上（见图1-3），它位于逆止阀 9 的下方。其功能为：

- 1）调节水泵的流量和扬程；
- 2）起动时将它完全关闭,以降低起动电流；
- 3）当水泵停止运转时,要关闭闸阀,防止倒流水冲击水泵；
- 4）在个别场合下它可以调节闸门开度,防止电机过负荷；
- 5）在多台水泵同时运行的排水系统中,常常装有很多闸阀,

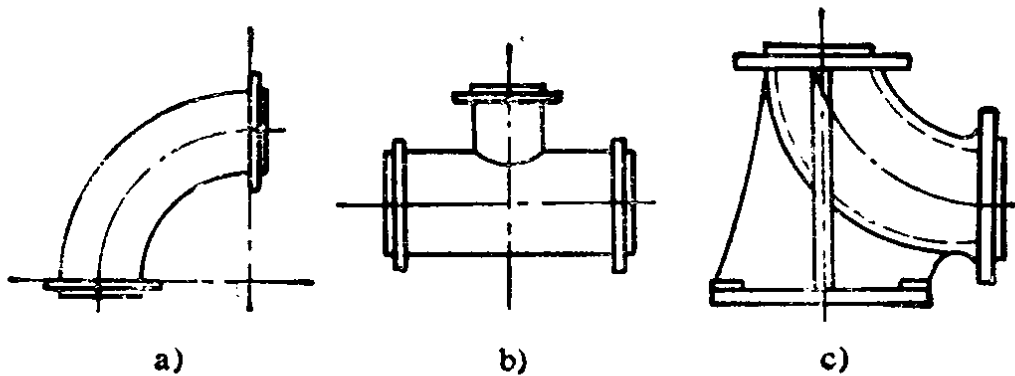


图1-8 管件
a) 弯头 b) 三通 c) 管座

用以控制或选择任何一台或几台水泵在管路上的工作；
6) 在几个水仓或多个吸水井的配水巷中，也常用闸阀来选择水仓或水井进行工作。

调节闸阀的优点是阻力较小，安装时无方向性，能够方便地来调节水泵的流量和扬程等。其缺点是密封面容易擦伤，检修较困难，高度尺寸较大，在安装位置受到限制时，安装不便，结构较复杂等。

放水闸阀 11 (图1-3)安装在调节闸阀上方的排水管路的放水管12上，其作用为检修排水管路时放水用。

图1-9所示为闸阀的一种，用手轮 1 可以操作闸门3，对于高压大型闸阀，常用电机来操作启闭；为了减轻启闭时的阻力，有的还装有推力球轴承。闸门的材质一般均采用灰铸铁。

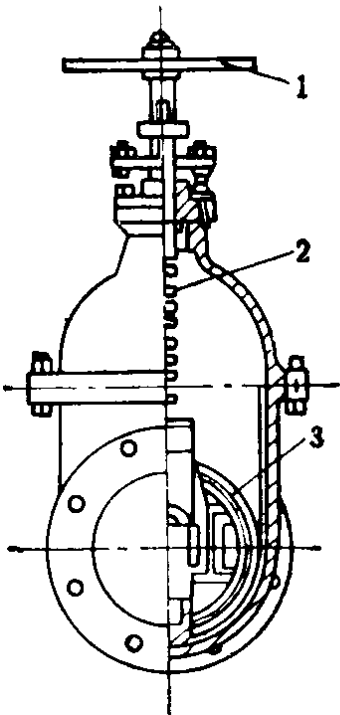


图1-9 闸阀
1—手轮 2—转轴 3—闸门

(2) 逆止阀 逆止阀又称止回阀，是防止排水管路中的水逆行的。一般安装在离水泵很近的闸阀上方，如图 1-3 所示的逆

止阀 9 安装在调节闸阀 8 的上方，其作用是当水泵突然停止运转（如突然停电）时，或者在未关闭调节闸阀的情况下停泵时，逆止阀自动关闭，切断水流，使水泵不致受到水力冲击而遭到损坏。

图1-10所示，阀门一端有活轴，另一端可以绕活轴旋转而启、闭。当水流按箭头所指方向反向流动时，阀门打开，水流正常通行。当水流顺箭头所指方向流动时，阀门靠自重和水压而关闭，阻止水流通过。

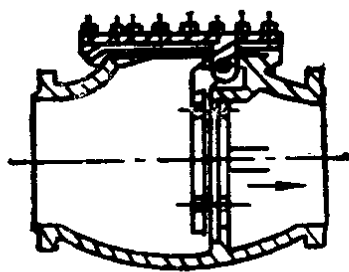


图1-10 逆止阀

（3）底阀 底阀位于吸水管的末端，它的作用是当水泵起动前灌水时，防止管内存水外流，保证水泵起动。当水泵正常运行时，底阀打开，水井的水可以源源不断通过底阀而进入水泵。实际上底阀就是吸水管端的逆止阀。

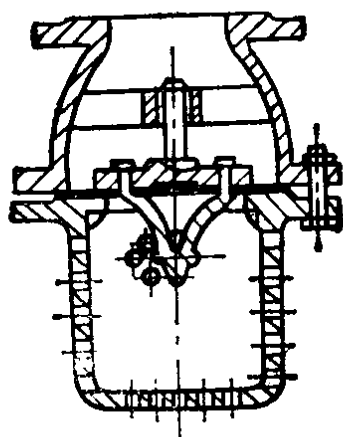


图1-11 底阀

图1-11所示为底阀的外形图，其内部与逆止阀相似。底阀的下部有滤网，用以防止杂物进入水泵。滤网的构造，有的在钢板上钻孔（圆孔或长条孔）；有的用铁丝编织而成。

由于底阀有阻力，目前已大部采用无底阀排水。