



水泵司机

陈正科 薛绍洪 编著

煤炭工业出版社

矿山机电工培训技术问答丛书

水 泵 司 机

主 编：张旭葵 蒋协和
编写人：陈正科 薛绍洪

煤炭工业出版社



B 605506

内 容 提 要

本书是《矿山机电工培训技术问答》丛书之一,它简要介绍了离心式主排水泵的构造,工作原理及性能,并结合现场实际情况,叙述了排水机电设备的操作维护及故障处理方法,对检修质量,有关规章制度及排水设备的经济运行和测定方法也作了简要的介绍。

本书主要供给水泵司机培训自学之用,也可供现场从事离心式水泵操作、维修的技术管理人员参考。

责任编辑:李淑琴

矿山机电工培训技术问答丛书

水 泵 司 机

陈正科 薛绍洪 编著

煤炭工业出版社 出版

(北京前门外大街甲15号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092\text{mm}^{1/16}$ 印张 $7^{1/4}$

字数166千字 印数1-11,040

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

ISBN 7-5020-0206-5/TD-196

书号 3947

定价 2.70元

前 言

要保证煤矿机电设备的安全、经济运行，必须加强培训工作，不断提高机电工人的技术水平，以减少机电事故，提高机电设备效能。为此，由煤炭工业部生产司机电处和煤炭工业出版社共同组织编写了这套《矿山机电工培训技术问答丛书》（约20种）。

这套《丛书》参考了煤炭工业部颁发的《煤炭工业工人技术等级标准》机电工种应知、应会的内容，在总结现场经验的基础上编写的。理论联系实际，文字通俗易懂。以问答形式简要介绍了机电设备结构、工作原理；着重叙述了机电设备的运行、维修和故障处理；有的对机电设备拆卸、安装及检修标准、测定方法等也作了扼要阐述。

为使这套《丛书》具有一定的连续性和便于自学之用，问答内容是由浅入深、由低级到高级编写的，可供培训及自学之用，还可作为考核时选题参考，是矿山机电工必备读本，可作为培训教材。

这套《丛书》主要是由开滦、徐州矿务局等单位的同志参加编写的。其他单位的同志还参加了审稿工作，提供了许多宝贵意见，为此深表感谢。

由于编者经验所限，《丛书》中的错误和不当之处，望广大读者批评、指正。

目 录

第一章 矿井排水设备	1
1-1 煤矿井下的水是从哪里来的?	1
1-2 煤矿井下的水有什么特点?它对排水设备有什么影响?	1
1-3 什么是矿井涌水量?它受哪些因素影响?	1
1-4 矿井的排水系统有哪几种方式?为什么矿井通常采用集中排水系统?	2
1-5 典型的立井主排水泵房是怎样布置的?	2
1-6 什么是压入式排水?什么是吸入式排水?各有什么优缺点?压入式与吸入式并存的排水方式有什么特点?	3
1-7 什么是泵?泵可以分成哪些种类?常用泵的使用范围是怎样的?	5
1-8 为什么离心式水泵在煤矿的排水系统中得到了广泛的应用?	6
1-9 《煤矿安全规程》对矿井主排水设备的选用有什么规定?	6
1-10 固定式排水设备由哪些部分组成?	7
1-11 底阀的构造和作用是什么?	7
1-12 闸阀的构造和作用是什么?	7
1-13 逆止阀的构造和作用是什么?	8
1-14 真空表和压力表有什么作用?	8
1-15 在井筒中排水管路的管壁厚度都一样吗?怎样选择管壁厚度?	8
1-16 主排水管路常用什么材料制造?常用哪些规格?	9
1-17 排水管和吸水管的直径是怎样确定的?	9
1-18 泵房的管路系统常有哪几种布置方式?	9
1-19 排水管路有几种联结方式?	9
1-20 对主要水仓有什么要求?	11
第二章 离心式水泵的工作原理及性能	12
2-1 离心泵是怎样排水的?	12
2-2 水在叶轮中是怎样流动的?	12
2-3 什么是大气压?	13
2-4 离心泵是怎样吸上水的?	14
2-5 什么是射流起动?	14
2-6 离心泵的最大吸水高度是多少?什么是离心泵的允许吸上真空高度?	16
2-7 什么是水的饱和蒸汽压?	16
2-8 什么是汽蚀?汽蚀有什么危害?	16
2-9 怎样防止汽蚀的产生?	17
2-10 什么是离心泵的基本方程式?	17
2-11 如果离心泵的铭牌丢失,如何估算该泵的扬程?	17
2-12 流量的概念是什么?它有哪些单位?	18
2-13 什么是扬程?它与哪些因素有关?	18
2-14 什么是水泵的有效功率?	19
2-15 什么是水泵的轴功率?	19

2-16	什么是水泵的效率？	19
2-17	什么是管路的效率？	19
2-18	什么是排水系统的效率？	19
2-19	什么是水泵的比转数？比转数对泵的性能有什么影响？	20
2-20	什么是水泵的相似定律？	20
2-21	什么是离心式水泵的特性曲线？	21
2-22	什么是离心式水泵的工况点？工况点是如何求得的？	22
2-23	离心泵内存在哪些损失？	24
2-24	离心泵的正常工作条件是什么？	23
2-25	矿用离心式水泵可以分为哪几类？各有什么特点？	26
2-26	离心泵型号的含义是什么？常用的离心泵有哪些？	29
2-27	单级悬臂式离心泵有什么特点？常用的几种单级悬臂式离心泵主要由哪些零部件组成？各有什么用处？	30
2-28	多级单吸式离心泵有什么特点？DA型和D型离心泵主要由哪些零部件组成？各有什么作用？	31
2-29	离心泵叶轮的构造有几种类型？	35
2-30	离心泵的轴向力是怎样产生的？它有什么危害？	35
2-31	怎样平衡离心泵的轴向力？	36
2-32	离心泵内主要的密封有哪些？各用什么材料制成？	37
2-33	装配盘根时应注意哪些事项？	37
2-34	滚动轴承的构造是怎样的？如何分类？内径怎样表示？有什么优缺点？	38
2-35	离心式水泵的滚动轴承在轴向有哪些固定方式？	39
2-36	滑动轴承可以分几类？结构如何？有什么特点？	40
2-37	在轴承中是不是加油越多越好？	41
2-38	联轴器有什么作用？它是如何分类的？离心式水泵常用什么联轴器？	41
第三章	离心式水泵的操作和维护	43
3-1	安装离心式水泵时对泵房、基础和管子道有什么要求？	43
3-2	两个半联轴器之间为什么要留间隙？应该留有多大的间隙？	43
3-3	怎样保证泵轴和电动机轴的同轴度？	43
3-4	离心式水泵开车前应做哪些检查及准备工作？	44
3-5	应该怎样启动水泵？	44
3-6	水泵在运行中应该注意哪些事项？	45
3-7	应该怎样停泵？	45
3-8	什么是离心泵的并联运行？并联运行的条件、特点和效益是什么？	45
3-9	离心泵串联运行的目的是什么？它分几种情况？	46
3-10	启动时水泵吸不上水的原因是什么？如何处理？	47
3-11	水泵启动后压力表虽有指示但排水管不出水的原因是什么？如何处理？	48
3-12	水泵运行后排水量太小的原因是什么？如何处理？	49
3-13	水泵启动和运转负荷过大的原因是什么？如何处理？	49
3-14	水泵在运行中突然中断排水的原因是什么？如何处理？	50
3-15	水泵产生振动的原因是什么？如何处理？	50
3-16	水泵轴承温度过高的原因是什么？如何处理？	51
3-17	盘根发热、寿命过短的原因是什么？如何处理？	51

3-18	盘根处漏水过多的原因是什么? 如何处理?	51
3-19	水泵在运行中可能出现哪些异常的声音?	52
3-20	水泵司机岗位责任制的内容是什么?	52
3-21	水泵司机交接制度的内容是什么?	52
3-22	离心式水泵的检修质量标准是什么?	53
3-23	主排水泵的完好标准是什么?	56
3-24	统配煤矿生产矿井井标准化主排水泵房的标准(试行)是什么?	56
3-25	水泵房应具备哪些必需品?	56
第四章	离心式水泵的经济运行	60
4-1	为什么要对水泵和排水系统进行测定? 其内容是什么? 排水系统经济运行的标准是什么?	60
4-2	水泵测定前的准备工作有哪些?	60
4-3	怎样测定流量?	60
4-4	怎样测定扬程?	61
4-5	测定出Q、H、R后怎样计算其它参数并分析测定结果?	63
4-6	水泵司机在经济运行中应做好哪些工作?	63
4-7	排水系统经济运行的措施有哪些?	63
第五章	水泵的电气设备	67
5-1	水泵的电气设备由哪些部分组成?	67
5-2	三相异步电动机铭牌上的额定数据代表什么意义?	67
5-3	如何改变水泵电动机的转向?	67
5-4	对煤矿井下水泵用电动机有什么要求?	67
5-5	什么叫电动机的效率?	68
5-6	水泵用的电动机应有哪些电气保护装置?	68
5-7	什么叫直接起动? 什么叫降压起动? 在什么情况下采用降压起动? 为什么?	68
5-8	试述用GKF-H ₁ 型电抗起动恒起动水泵时的起动过程?	68
5-9	试述HGQ ₁ -150/6型高压综合起动器的起动过程?	69
第六章	水泵电气设备的运行、维护及故障处理	71
6-1	水泵起动前及运行中其电气部分应作哪些检查?	71
6-2	水泵在起动和停止操作过程中电气部分应注意哪些方面?	71
6-3	在送电或起动时为什么要先合隔离开关后合油断路器? 而在停机时要先拉开油断路器后拉开隔离开关?	72
6-4	在起动过程中, 为什么油浸变阻器在中途不能停得太久?	72
6-5	起动电抗器铭牌规定的接通持续率是什么意思? 为什么起动结束后必须短接?	72
6-6	水泵在运行中电源突然停电, 司机应如何操作?	73
6-7	水泵在运行中, 电气部分发生哪些情况必须立即停止运转进行检查?	73
6-8	供电电压允许波动范围是多少? 电压过高或过低有什么害处?	73
6-9	电动机在运行中允许温度是怎样规定的? 如何测量运行中电动机的温度?	73
6-10	用什么方法检查电动机的绝缘电阻? 电动机绝缘电阻的最低允许值是多少?	74
6-11	电动机过负荷运行有什么害处? 低负荷运行有什么缺点?	74
6-12	水泵电动机在合闸后不能起动是什么原因? 如何处理?	74
6-13	鼠笼型电动机转子断条是什么原因? 如何判断?	75

6-14	水泵运行中电动机温度超过规定值是什么原因? 如何处理?	75
6-15	电动机振动大是什么原因? 如何处理?	75
6-16	绕线型电动机电刷及短路环冒火是什么原因? 如何处理?	76
6-17	水泵电动机为什么要干燥? 经常采用哪些方法干燥?	76
6-18	水泵在运行中, 油断路器突然跳闸是什么原因?	76
6-19	油断路器发现哪些异常现象, 应立即停止运行?	77
6-20	起动电抗器或频敏变阻器过热是什么原因? 如何处理?	77
6-21	高压电力电缆常发生哪些故障? 运行中的电缆要注意哪些事项?	77
附录		79
参考文献		109

第一章 矿井排水设备

1-1 煤矿井下的水是从哪里来的？

答：煤矿井下的水主要来自大气降水、地表水、含水层水、断层水和老空积水，在使用水砂充填法、水力采煤法开采的矿井中，井下的水还包括涌入矿井的一些废水。

大气降水包括雨、雪和冰雹，涌入矿井的水随着地质条件和气候条件的不同而变化。当煤层上部有透水层，裂隙或溶洞时，降水量对矿井涌水量的影响尤为明显。

地表水包括地面上的江、河、湖、海、洼地积水和水库储水等，矿井一旦与地表水沟通，就会对矿井造成极大的威胁。

含水层是指砂土、砂砾、卵石等地下土层和岩层，它们含有大量空隙，可以渗透水和积存水。此外，石灰岩层也叫含水层，因为它容易为水侵蚀形成溶洞，有时溶洞连接起来就会形成地下暗河。当采掘工作破坏了含水层时，涌水量就会突然增大。

由于地球内部的运动，岩层发生断裂并产生位移，这种构造称为断层。断层附近的岩石往往比较破碎，易于积水，这样的水称为断层水。

废弃的井巷和采空区，由于长期停止排水而积存的地下水，称为老空积水。当接近或沟通了老空区时，就会发生老空积水突然涌入矿井的严重事故。

1-2 煤矿井下的水有什么特点？它对排水设备有什么影响？

答：矿井涌水在井下流动的过程中，溶解了许多矿物质，同时也含有了一定数量的煤屑、流砂等杂质。因此矿井水的比重较一般清水大，在水温 15°C 时为 $1015\sim 1025$ 公斤/米³。矿井涌水含有的杂质很多，其中有悬浮状态的颗粒，容易磨损水泵零件，水砂充填的废水所含有悬浮状态的泥砂更多，而且比重也大，对水泵零件的磨损更为严重。矿井涌水中还含有游离酸，其含量表明水的酸性强度，酸性愈大，对水泵及管路的腐蚀作用就愈大。一般按水中pH值来说明酸性的程度（见表1-1）。

表 1-1

矿井涌水	pH值				
	0~3	4~6	7	8~10	11~14
酸 性	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	清洁透明	味 涩

当水的pH值 <3 时，水呈强酸性，对金属腐蚀严重，在排这种水时，必须采用耐酸水泵及其他措施，以防止对排水设备和管路的腐蚀。

1-3 什么是矿井涌水量？它受哪些因素影响？

答：矿井涌水量(Q)，是指单位时间内(通常使用每分钟或每小时)涌入矿井中水的总体积(米³)或重量。根据涌水量的大小，可以把矿井划分为：

涌水量小的矿井 $Q < 100$ 米³/时

涌水量中等的矿井 $Q = 100 \sim 500 \text{米}^3/\text{时}$

涌水量大的矿井 $Q = 500 \sim 1000 \text{米}^3/\text{时}$

涌水量很大的矿井 $Q > 1000 \text{米}^3/\text{时}$

由于涌水量受水文地质、地质特征、气候条件、地表、地下积水状况以及开采范围、开采方法的影响，因此不同的矿井涌水量相差很大，就是同一矿井，在不同的季节也不一样，雨季和融雪期出现高峰，这时的涌水量叫做最大涌水量，正常时期的涌水量称为正常涌水量。

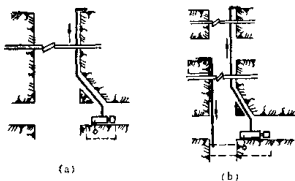


图 1-1 集中排水系统

1-4 矿井的排水系统有哪几种方式？

为什么矿井通常采用集中排水系统？

答：矿井的排水系统可以分为集中式和分段式。

竖井单水平开采时（图1-1a），可以将水仓中的水直接排至地面。

多水平开采时，如果上水平的涌水量不大，可以将水放到下一水平（图1-1b），然后集中排到地面。有时也将各水平的水分别直接排到地面。采用那种方式排水，需经过

经济技术比较后确定。

斜井集中排水如图1-2所示，一般是通过钻孔下排水管，而不是顺着斜井敷设管路。目前，国内钻孔直径已达380毫米，孔深达270米。

分段式排水系统，不管是竖井还是斜井，就是将下一水平的水排到中间水平的水仓，由中间水平再排到地面，如图1-3所示。

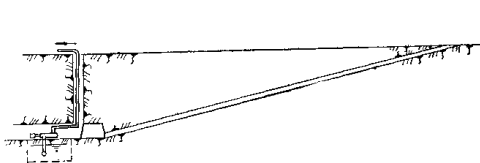


图 1-2 由钻孔下排水管的排水系统



图 1-3 分段式排水系统

集中排水系统简单，开拓量小，投资少，管路敷设简便，管理费用少，通常煤矿多采用这样的系统。但不同的矿井，由于具体条件不同，采用什么排水系统，还应通过经济性和可靠性的比较之后而定。

1-5 典型的立井主排水泵房是怎样布置的？

答：典型的立井主排水泵房在井下的布置见图1-4。

主排水泵房设在井底车场附近，水顺着大巷内有一定坡度的排水沟流入水仓。水仓的

作用一是贮水，遇到突然断电或水泵发生故障时，水仓可以容纳停歇期间的涌水；二是沉淀。对于采用水砂充填和水力采煤的矿井，在水仓入口处要设置专门的沉淀池。

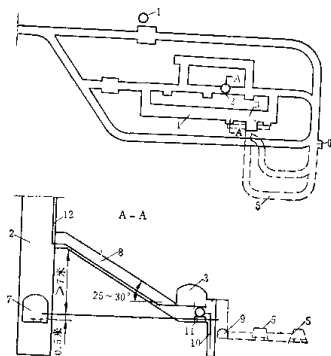


图 1-4 立井水泵房典型布置示意图

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

为了减少对水泵零件的磨损，提高排水的效率，对于水仓中的沉淀物要定期清理。因此，一般水泵房都布置有主、副两个水仓，两者轮流清理使用。在分水井和水仓之间设有配水阀门，通过此阀门可以控制水进入那个水仓，另一个水仓就可以进行清理了。

分水井中还设有配水闸阀，水穿过配水闸阀再经分水沟分流到各泵的吸水井。常用的配水闸阀见图1-5。

泵房对外有两条通道：一条是水平通道与井底车场相通，人员、装备由此通道出入；一条是倾斜的通道与井筒相通，叫做管子道，泵房内的排水管由此进入井筒直达地面。

1-6 什么是压入式排水？什么是吸入式排水？各有什么优缺点？压入式与吸入式并存的排水方式有什么特点？

答：被排的水面比水泵的吸水口高的排水方式称为压入式排水，被排的水面比水泵的吸水口低的排水方式称为吸入式排水。

压入式排水起动方便，不需要真空泵、射流泵等起动设备，起动前，打开吸水侧闸阀，水就会自动灌满泵体，然后开动电动机，逐渐打开排水侧的闸阀，就可以排水了。由于被排水面高于泵的吸水口，因此泵内的水存在一定的压力，所以压入式排水，叶轮一般不会产生气蚀现象，同时可以显著提高排水系统效率。

压入式排水要求机电设备有很高的可靠性，要求水仓围岩没有裂隙。如果水泵或电气设备出了故障，严重时会造成淹泵房和矿井的事故。因此，国内煤矿很少采用压入式排水。

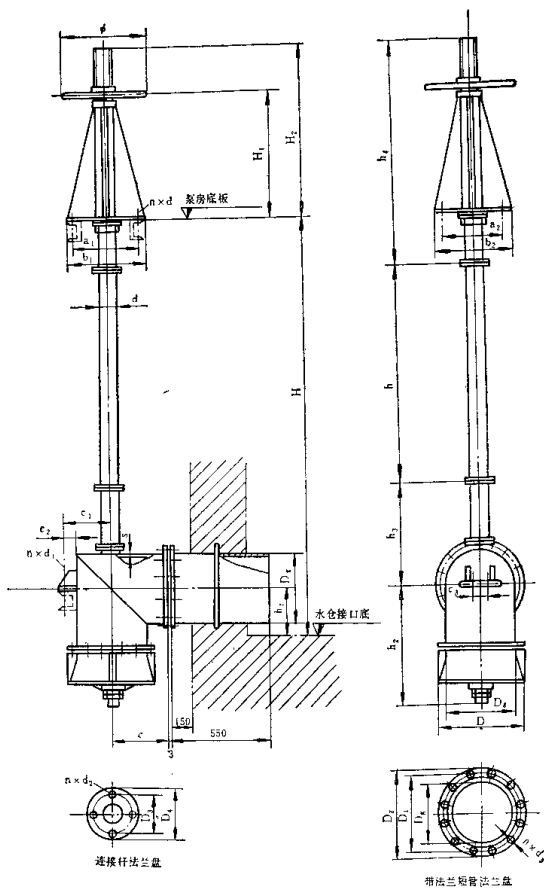


图 1-5 PZ型配水闸图

煤矿广泛采用的排水方式是吸入式排水，吸入式排水比压入式排水安全可靠，但它需要起动设备，排水系统效率不如压入式排水高。

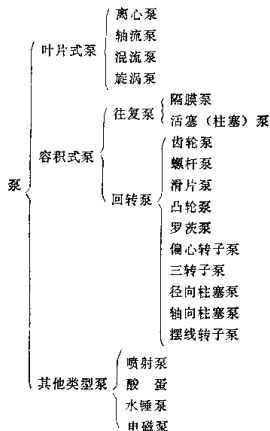
有的泵房采用吸入式与压入式并存的排水方式。泵房设有上、下两个水仓，上部水仓的标高比泵房的标高高，下部水仓的标高比泵房的标高低，一部分水泵采用压入式排水，另一部分采用吸入式排水。这样，即可以发挥压入式排水的优点，万一出现故障时，上水仓的水可以放到下水仓中去，全部采用吸入式排水，不会造成跑水淹泵甚至淹井事故。

1-7 什么是泵？泵可以分成哪些种类？常用泵的使用范围是怎样的？

答：通常把用来抽吸液体、输送液体并使液体增加压力的机器统称为泵。泵是一种转换能量的机器，它把原动机的机械能转化为被输送液体的能量，从而使液体的流速和压力得以增加。

矿用泵可以用来输送清水、污水、水煤浆和泥浆等。矿用水泵一般用来把水从井下排到井上口，其扬程一般不超过1000米。

泵的类型复杂，品种繁多，按动作原理和结构基本上可分为如下的三大类：



叶片式泵是依靠工作叶轮的旋转运动来输送液体的。

容积式泵是依靠工作室容积间隙的改变来输送液体的。

喷射泵、酸蛋、水锤泵是依靠一种流体流动的能量来输送液体的。电磁泵是在电磁力的作用下输送液体的。

各种类型泵的使用范围是不相同的，图1-6所示的是其中常用的几种类型泵的使用范围。

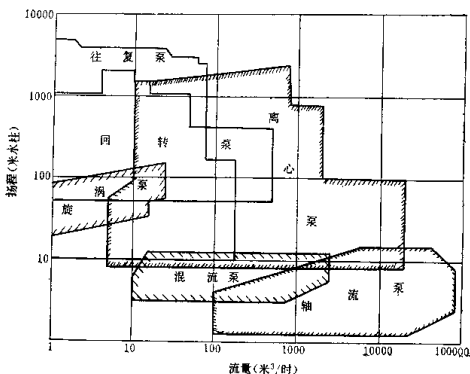


图 1-6 常用的几种类型泵的使用范围

1-8 为什么离心式水泵在煤矿的排水系统中得到了广泛的应用?

答: 离心式水泵有下列几方面优点:

(1) 流量、扬程的范围大, 并且流量和压力都很平稳, 没有波动, 这些特点可以满足煤矿排水的需要。

(2) 效率较高。

(3) 转数较高, 可以与电动机直接相连。一般井下主排水泵绝大多数采用四极电动机驱动, 也有少数采用二极电动机驱动的。

(4) 操作方便可靠, 故障少, 维修容易, 易于实现自动化。

(5) 与同一指标的往复泵相比, 离心泵结构简单紧凑, 体积小, 重量轻, 零部件少, 制造方便, 造价低, 占地面积小, 因此它的设备费用和修理费用都比较低。

由于有上述优点, 因而离心泵在煤矿的排水系统中得到了广泛的应用。

1-9 《煤矿安全规程》对矿井主排水设备的选用有什么规定?

答: 《煤矿安全规程》对矿井主要排水设备 (包括水泵、水管和配电设备) 的选用规定如下:

1) 水泵

必须有工作、备用和检修的水泵, 其中工作水泵的能力, 应能在20小时内排出矿井24小时的正常涌水量 (包括充填水及其他用水)。备用水泵的能力应不小于工作水泵能力的70%, 并且工作和备用水泵的总能力, 应能在20小时内排出矿井24小时的最大涌水量。检修水泵的能力应不小于工作水泵能力的25%。

水文地质条件复杂或有突水危险的矿井, 可根据具体情况, 在主泵房内预留安装一定数量水泵的位置, 或另外增加排水能力。

2) 水管

必须有工作和备用的水管，其中工作水管的能力应能配合工作水泵在20小时内排出矿井24小时的正常涌水量。工作和备用水管的总能力，应能配合工作和备用水泵在20小时内排出矿井24小时的最大涌水量。涌水量小于 $300\text{米}^3/\text{时}$ 的矿井，排水管也不得少于两根。

3) 配电设备

应同工作、备用和检修水泵相适应，并能够同时启动工作和备用的水泵。

1-10 固定式排水设备由哪些部分组成？

答：固定式排水为矿井主要排水方式，图1-7为固定式排水设备系统示意图。排水设备主要由水泵、电动机，起重设备、管路、仪表和附件等组成。水由底阀6经过吸水管7进入水泵1，获得压力后，通过闸阀4，逆止阀5沿排水管10送到地面的水池11之中。目前固定式排水设备系统中多数已不采用底阀。

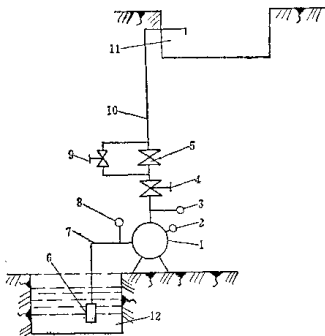


图 1-7 固定式排水设备系统示意图

1—水泵及电动机；2—放气阀；3—压力表；4—闸阀；5—逆止阀；6—底阀；7—吸水管；8—真空表；9—放水阀；10—排水管；11—水池；12—吸水井

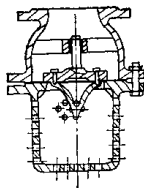


图 1-8 底阀

1-11 底阀的构造和作用是什么？

答：底阀的构造如图1-8所示。

底阀安在吸水管下端，插入吸水井水面下不得少于0.5米，距吸水井底不得少于0.4米。它的作用是保证灌水时和停泵后管路中的存水不致漏掉。底阀外面装有滤水网，其作用是防止杂物吸入泵内，以防止水泵堵塞和磨损。

由于底阀阻力较大，目前在排水系统中已很少采用。

1-12 闸阀的构造和作用是什么？

答：闸阀的构造如图1-9所示。

闸阀安装在水泵排水口的上方，在逆止阀的下方。水泵启动时将它关闭，使电动机在空负荷状态下启动。泵体灌满水后，再将它逐渐打开。在个别场合，可以用闸阀来调节水

泵的流量和扬程。

在多台水泵和多条管路运行的排水系统中，常常安有很多闸阀，用以控制水从哪条或哪几条管路中运行。

闸阀常用手动操作，也有用电动机或液压来操作的。

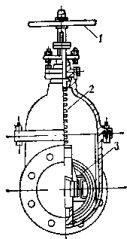


图 1-9 闸阀

1—转盘；2—转轴；3—侧门

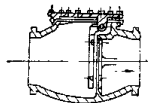


图 1-10 逆止阀

1-13 逆止阀的构造和作用是什么？

答：逆止阀的构造如图1-10所示。

当水泵因故突然停止运转或未关闸阀停泵时，逆止阀可以防止因排水管中的高压水冲下来而损坏水泵。逆止阀的阀门一端有轴，阀门可绕轴旋转而启闭，它只允许水往井上口方向流动，一旦水泵停转，水流沿图1-10中箭头方向向下流动时，它在自重和水的压力下自动关闭而切断水流，从而保护了水泵。

1-14 真空表和压力表有什么作用？

答：这两种表都是用来测定压力的。高于大气压力的压力用压力表来测量，低于大气压力的压力，即所谓负压用真空表来测量。

真空表安装在水泵的吸水侧，压力表安装在排水侧。在选用压力表时，应注意表盘的额定压力应大于被测的实际压力。

1-15 在井筒中排水管路的管壁厚度都一样吗？怎样选择管壁厚度？

答：在一般情况下，排水管的管壁厚度在井上、井下是不一样的，因为在离地面近的地方，水的压力小，管壁薄点可以承受得住，越往井筒下方去，水的压力越大，则管壁厚度也要随之加大，所需管壁的厚度可按下列公式计算

$$\delta = 0.5d_p \left(\sqrt{\frac{\sigma_z + 0.4P}{\sigma_z - 1.3P}} - 1 \right) + C \text{ (cm)}$$

式中 d_p ——标准管内径 (cm)；

σ_z ——许用应力。取管材抗拉强度 σ_b 的40%，即 $\sigma_z = 0.4\sigma_b$ 。当钢号不明时，可取铸铁管 $\sigma_z = 20$ (MPa)，焊接钢管 $\sigma_z = 60$ (MPa)，无缝钢管 $\sigma_z = 80$ (MPa)；

P ——管内液体压强，取 $P = 0.011H_p$ (MPa)， H_p 为排水高度 (m)；

C ——附加厚度。铸铁管取 $C = 0.7 \sim 0.9$ (cm)，焊接钢管取 $C = 0.2$ (cm)，无缝钢管取 $C = 0.1 \sim 0.2$ (cm)。

根据公式的计算结果,一般选用几种不同的厚度即可,否则就会给采购、保存和管理带来许多麻烦。

1-16 主排水管路常用什么材料制造?常用哪些规格?

答:主排水管路一般要承受几兆帕的压力,常选用无缝钢管,也有用焊接钢管的,很少选用铸铁管,这是因为铸铁管强度很低的缘故。主排水管路的无缝钢管常用10、20或45号钢热轧而成,每根管子长4~12.5米左右。在查不到管子重量的情况下,可按公式

$$G = 0.02466 \times \delta (D - \delta) \times L \text{ (kg)}$$

式中 D ——管子的外径 (mm);

δ ——管子的壁厚 (mm);

L ——管子的长度 (m)。

常用热轧无缝钢管的规格如附录二所示。

1-17 排水管和吸水管的直径是怎样确定的?

答:水在管道中流动要受到一定的阻力,一定量的水流经较粗的管道,所受的阻力较小,耗电低,但管子粗了,耗费的钢材多,基本建设的投资则增大;反之,换较细的管子,投资少,但水流受到的阻力增大,耗费的电能增加。综合考虑这两个因素,可以按照经济流速 $V_p = 1.5 \sim 2.2$ 米/秒来计算排水管直径 d_p , 和吸水管直径 d_s 。

$$d_p = \sqrt{\frac{4Q_B}{3600\pi V_p}} = 18.8 \sqrt{\frac{Q_B}{V_p}} \text{ (mm)}$$

式中 Q_B ——正常涌水量 (米³/时)。

$$d_s = d_p + 25 \text{ (mm)}$$

1-18 泵房的管路系统常有哪几种布置方式?

答:泵房中一般布置有若干台泵,为了使任意一台水泵可以从任意一条管路排水,通常有如图1-11所示的几种布置方式。

1-19 排水管路有几种联结方式?

答:排水管路是由许多节钢管连接起来的,常用的连接方式有下列三种:(1)法兰盘连接;(2)焊接连接;(3)快速接头连接。

用法兰盘连接管道在排水管路中是最普遍的方式,如图1-12所示,法兰盘焊接在钢管上,压力低的用搭焊(图1-12 a),压力高的用对焊(图1-12 b),法兰盘的材质为铸钢或锻钢,法兰盘之间用螺栓连接,螺栓的规格及数量,因管径和压力而定,法兰盘之间加有垫片,垫片用橡胶、石棉、铅板

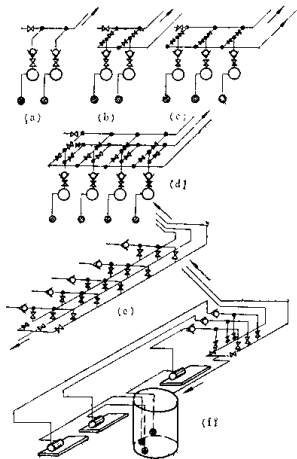


图 1-11 管路布置方案

a—两台泵一越管; b—两台泵两越管; c—三台泵两越管; d—四台泵三越管; e—五台泵三越管; f—三台泵两越管