

21世纪农村电气化小水电实用技术丛书

21c

水轮发电机组辅助设备 及自动化运行与维修

谢云敏 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21世纪农村电气化小水电实用技术丛书

水轮发电机组辅助设备 及自动化运行与维修

谢云敏 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书从运行和维修的角度,系统地阐述了中小型水轮发电机组辅助设备及机组自动化的基本原理、运行和维修。内容包括:水轮发电机组辅助设备的内容及规程;水轮机主阀;水轮发电机组辅助设备;水轮发电机组辅助设备的运行与维修;水轮机主阀及辅助装置的运行与维修;水轮发电机组及辅助设备自动化等。本书以反映目前我国中小型水电站辅助设备及水轮发电机组自动化等方面的实用技术为主,并介绍了 PLC 等先进技术及应用。

本书可供中小型水电站运行、维修和管理人员查阅、参考,并且可作为中小型水电站从业人员的岗位培训教材,还可作为高职高专水电类相关专业的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

水轮发电机组辅助设备及自动化运行与维修/谢云敏

主编. —北京:中国水利水电出版社, 2004

(21 世纪农村电气化小水电实用技术丛书)

ISBN 7-5084-2371-2

I. 水... II. 谢... III. 水轮发电机—机组

IV. TM312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 095065 号

书 名	21 世纪农村电气化小水电实用技术丛书 水轮发电机组辅助设备及自动化运行与维修
作 者	谢云敏 主编
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 14.5 印张 344 千字
版 次	2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—4100 册
定 价	29.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

本书是依据中小型水轮发电机组辅助设备及机组自动化运行与维修的岗位职责要求，从中小型水电站运行、维修和管理人员的知识、能力、素质结构的实际需要出发，按照中小型水电站动力设备专业应用型技术人才的培养规格编写而成。

本书系统地阐述了中小型水力机组辅助设备及水力机组自动化的基础原理，运行和维护技术，并注意到新规程、新规范以及可编程控制器（PLC）等先进技术和先进设备的应用。

全书内容包括：水轮发电机组辅助设备的内容及有关规程；水轮机主阀；水轮发电机组的油系统、气系统、水系统；水轮发电机组辅助设备的运行与维修；水轮机主阀及辅助装置的运行与维护；水轮发电机组及辅助设备自动化等。

本书由南昌工程学院谢云敏担任主编，广东水利电力职业技术学院宋海辉担任副主编。其中，第一、二、三、六章由谢云敏编写。第四、五章由宋海辉编写。方晓红、吴永辉提供了部分运行与维护方面资料并参加了部分编写工作。全书由谢云敏统稿。

在编写过程中，有关水电科研、设计及运行单位，为我们提供了许多参考资料和宝贵意见，在此表示衷心的感谢！

由于我们的学识水平和实践经验有限，加之编写时间仓促，书中错误在所难免。欢迎读者批评指正。

作 者

2004 年 7 月

目 录

前言

第 1 章 水轮发电机组辅助设备的内容及规程	1
1.1 水轮发电机组辅助设备的内容	1
1.1.1 水轮发电机组辅助设备的作用	1
1.1.2 水轮发电机组辅助设备的内容	1
1.2 水轮发电机组辅助设备规程的有关内容	2
1.2.1 油系统规程的有关内容	2
1.2.2 气系统规程的有关内容	2
1.2.3 供水系统规程的有关内容	3
1.2.4 排水系统规程的有关内容	3
第 2 章 水轮机主阀	5
2.1 水轮机主阀概述	5
2.1.1 主阀的作用	5
2.1.2 主阀的技术要求	6
2.2 蝶阀	6
2.2.1 蝶阀的组成	6
2.2.2 蝶阀的型式	6
2.2.3 蝶阀的结构	8
2.2.4 重锤式蝶阀的结构	13
2.2.5 蝶阀的优缺点	13
2.3 闸阀	15
2.3.1 闸阀的型式	15
2.3.2 闸阀的结构	15
2.3.3 闸阀的优缺点	17
2.4 球阀	18
2.4.1 球阀的型式	18
2.4.2 球阀的结构	19
2.4.3 球阀的优缺点	22
2.5 主阀的选择	22
2.6 主阀的操作	23
2.6.1 主阀的操作方式	23

2.6.2 主阀的操作系统	23
第3章 水轮发电机组辅助设备	28
3.1 水轮发电机组的油系统	28
3.1.1 水电站的用油种类及作用	28
3.1.2 水轮发电机组的油系统图	33
3.1.3 油系统设备选择	35
3.1.4 油系统布置原则	36
3.1.5 油系统保安防火要求	36
3.2 水轮发电机组的气系统	39
3.2.1 水轮发电机组气系统概述	39
3.2.2 气系统的组成及压缩空气的生产	40
3.2.3 气系统图	45
3.2.4 气系统设备选择	47
3.2.5 气系统的操作	52
3.3 水轮发电机组的供水系统	53
3.3.1 技术供水对象	53
3.3.2 技术供水要求	54
3.3.3 技术供水系统组成	56
3.3.4 技术供水水源和供水方式	56
3.3.5 技术供水的净化	59
3.3.6 供水系统管道组织	61
3.3.7 供水水泵	61
3.3.8 技术供水系统图	74
3.3.9 技术供水设备选择	77
3.3.10 消防供水系统	80
3.4 水电站的排水系统	84
3.4.1 排水对象	84
3.4.2 排水方式	85
3.4.3 排水系统图	85
3.4.4 排水系统设备选择	87
3.5 水轮机的辅助装置	92
3.5.1 混流式水轮机的补气装置	92
3.5.2 水轮机调压阀	93
3.5.3 其他辅助装置	99
第4章 水轮发电机组辅助设备的运行与维修	101
4.1 油系统	101
4.1.1 油的劣化及其防止措施	102
4.1.2 油的净化与再生	103

4.1.3	油系统的运行监督与维护	107
4.1.4	油系统的任务、组成和油系统图	107
4.1.5	调速机构的压力油系统	109
4.1.6	油系统的事故检查及处理	120
4.2	技术供水系统	122
4.2.1	技术供水系统图	123
4.2.2	技术供水系统的通水耐压试验	123
4.2.3	技术供水系统正常巡视项目	124
4.2.4	供水管网的运行与维护	125
4.2.5	机组技术供水系统的运行和维护	125
4.2.6	被冷却设备温度升高时的故障处理	125
4.2.7	冷却水中断的处理	126
4.3	排水系统	126
4.3.1	排水泵的形式	126
4.3.2	排水系统图	127
4.3.3	排水系统的运行与维护	127
4.3.4	水泵的运行与维护	127
4.3.5	排水系统的常见故障及处理	129
4.3.6	水系统事故实例	131
4.4	压缩空气系统	133
4.4.1	水电站厂内气系统图	133
4.4.2	压缩空气系统的运行与维护	134
4.4.3	空气压缩机的运行与维护	135
4.4.4	用气设备的运行与维护	137
4.4.5	气系统故障处理	138
4.5	消防系统	141
4.5.1	消防水系统	141
4.5.2	消防报警系统	141
4.5.3	人员疏散系统	141
4.5.4	消防系统的正常巡视项目	141
4.5.5	机组灭火操作	141
4.5.6	机组灭火过程中应注意的事项	142
第 5 章	水轮机主阀及辅助装置的运行与维护	143
5.1	水轮机主阀的运行与维护	143
5.1.1	主阀试验	143
5.1.2	主阀的运行	145
5.1.3	蝶阀的检修与安装	146
5.1.4	球阀的检修	149

5.1.5 主阀事故实例	150
5.2 旁通阀和空气阀的维护与检修	153
5.2.1 旁通阀的维护与检修	153
5.2.2 空气阀的检修	153
5.3 电磁配压阀与液压阀的检修	153
5.3.1 电磁配压阀	153
5.3.2 液压阀	154
5.4 补气阀和真空破坏阀的检修	155
5.4.1 补气阀	155
5.4.2 真空破坏阀	156
5.5 滤水器和冷却器的运行维护	158
5.5.1 滤水器	158
5.5.2 冷却器	158
5.6 制动器和调压阀的运行与维护	159
5.6.1 制动器的运行与维护	159
5.6.2 调压阀的运行维护	160
5.7 泄水建筑物的运行维护	163
5.7.1 泄水建筑物的巡回检查项目	163
5.7.2 泄水建筑物闸门操作注意事项	164
5.7.3 泄水建筑物闸门的运行维护	164
5.7.4 机械过负荷的故障处理	164
5.7.5 启闭机拒绝动作的故障处理	164
第6章 水轮发电机组及辅助设备自动化	165
6.1 水轮发电机组自动化有关规程	165
6.1.1 机组自动控制基本要求	165
6.1.2 油位信号器的装设	165
6.1.3 水轮发电机轴承润滑油系统自动控制要求	165
6.1.4 温度监视装置的装设	166
6.1.5 水轮发电机组的制动装置	166
6.1.6 水轮发电机组的水力机械事故保护	166
6.1.7 水轮发电机组的水力机械故障保护	167
6.1.8 其他	167
6.2 水轮发电机组自动化元件	167
6.2.1 信号元件	167
6.2.2 执行元件	173
6.3 继电器构成的水轮发电机组自动控制	179
6.3.1 水轮发电机组的开机操作	179
6.3.2 水轮发电机组的停机操作	182

6.3.3 水力机械保护	183
6.4 水轮发电机组可编程序控制	185
6.4.1 PLC 概述	185
6.4.2 水轮发电机组可编程序控制系统框图与输入/输出信号	187
6.4.3 水轮发电机组可编程序控制	189
6.4.4 水轮发电机组的闭锁与接地技术	196
6.4.5 水轮发电机组保护及事故信号	196
6.4.6 辅助设备自动操作	198
6.5 蝶阀的自动控制	200
6.5.1 蝶阀开启自动控制	200
6.5.2 蝶阀关闭自动控制	201
6.6 水轮发电机组辅助设备自动化	204
6.6.1 油压装置自动控制	204
6.6.2 空气压缩装置自动控制	208
6.6.3 水泵自动控制	213
6.7 水电站计算机控制技术	217
6.7.1 计算机控制系统的基本组成	217
6.7.2 水电站计算机控制的主要任务	218
6.7.3 水电站计算机控制方式	219
参考文献	222

水轮发电机组辅助设备的内容及规程

1.1 水轮发电机组辅助设备的内容

1.1.1 水轮发电机组辅助设备的作用

水轮发电机组辅助设备是附属于水轮机和发电机等主机设备正常运行的附属设备，是水轮发电机组正常运行过程中实施操作、控制、维护、检修和运行管理必须具备的设备系统。

水轮发电机组辅助设备必须根据主机设备最优运行的需要进行设置。只有各辅助设备系统之间、辅助设备与主机设备之间相互协调、有机地结合，给主机设备运行创造最佳环境，并为辅助设备本身的运行、管理、维护和检修，创造良好的条件，才能完成水电站电能的生产任务。应该严格避免主、辅设备之间的相互干扰，力求有机地统一在主机设备上，使水轮发电机组的能量转换效率最高。

1.1.2 水轮发电机组辅助设备的内容

水轮发电机组辅助设备包括水轮机主阀、油气水系统、水轮机调压阀、水轮机补气装置等内容。

1. 水轮机主阀

水轮机主阀是机组和电站的一种重要安全保护设备。对于压力水管为分组供水及联合供水的电站机组，水轮机前必须设主阀以作紧急事故关闭，切断水流用。压力水管为单元供水的较长管道，也应设置主阀。水轮发电机组发生事故时，主阀必须能够快速关闭以防机组飞逸时间过长，一般不超过2~2.5min。

2. 油、气、水系统

水轮发电机组的主机设备在运行过程中，必须具有油压设备的液压用油及轴承等润滑油、设备转动部件和变压器的散热用油、电气设备的绝缘用油、消弧用油等，调相压水用气、水轮发电机组制动用气、水导轴承检修密封围带充气用气、蝶阀止水围带充水用气及检修吹扫用气和油压装置用气等，发电机空气冷却器冷却用水、所有轴承油槽冷却用水、水冷式变压器的冷却用水、水冷式空气压缩机的冷却用水、油压装置集油槽冷却器冷却用水等，生产用水的排水、水轮发电机组厂房水下部分的检修排水、渗漏排水等，分别组成了油系统、气系统、技术供水系统、排水系统。

3. 水轮机补气装置

混流式水轮机在额定出力的 30%~60% 负荷运行时, 容易在尾水管的直锥段发生空腔气蚀, 即出现水流涡带, 从而造成水轮发电机组的强烈振动, 导致水轮发电机组的不稳定运行。当水轮发电机组出现这种不稳定工况时, 可以在尾水管的进口处补入压缩空气以减小尾水管内真空度, 避免尾水管的直锥段发生空腔气蚀, 从而改善水轮发电机组运行条件。这种补入压缩空气的装置, 称之为补气装置。

4. 水轮机调压阀

对于具有较长有压引水系统的中小型水电站, 通过采用调压阀可以取消调压井, 调压阀作为长有压引水式水电站的一个安全设备, 这在技术上是可行的、经济上是合理的。调压阀的作用是当水轮发电机组突然发生甩负荷事故时, 水轮机调节系统在快速关闭导水叶的同时, 快速开启调压阀, 使压力水管压力升高不致过大, 并使机组速率上升不致过高。

1.2 水轮发电机组辅助设备规程的有关内容

中小型水电站的设计, 必须认真执行国家的技术经济政策, 根据国民经济发展的需要, 按照地方水利、电力、航运、木材流送、水产和环境保护等规划的要求, 统筹安排, 因地制宜, 合理利用水资源, 做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。下面简要介绍水电站装机容量 2.5 万 kW 及以下, 水轮发电机组容量 1 万 kW 以下的水轮发电机组辅助设备相关规程的有关内容。

1.2.1 油系统规程的有关内容

(1) 水电站的绝缘油系统的设备、管路和透平油系统, 宜分开设置。

(2) 绝缘油、透平油的系统, 可按油的品种各设两个容积相同的净油桶和污油桶。透平油桶的容积, 可按容量最大的一台机组用油量的 110% 确定。变压器用油的油桶容积, 可按容量最大的一台主变压器用油量的 110% 确定。油断路器用油的油桶容积, 可按最大一组油断路器总用油量的 110% 确定。

(3) 油处理设备的品种、容量及台数, 可根据水电站用油量的大小选择。

(4) 油系统不应设置油再生设备及油化验设备。

(5) 对梯级水电站或水电站群, 可在位置适中或用油量较大的水电站设置中心油系统。

中心油系统的设备, 除应设置水电站群用油需要的储油设备外, 尚应设置油净化处理设备 & 油化验设备。

1.2.2 气系统规程的有关内容

(1) 水电站厂房内, 根据需要可分别设置高压和低压空气压缩系统。

(2) 供油压装置压力油罐的高压空气压缩系统的压力, 应为 $20\sim30\text{kg/cm}^2$; 其空气压缩机宜设置两台, 互为备用, 并可设置一个储气罐。

空气压缩机的容量, 可按其全部压缩机同时工作, 在 1~2h 内将一个压力油罐的标准空气容积充到额定压力的要求确定。

(3) 供机组制动、蝴蝶阀和水轮机主轴围带密封、检修维护用的空气压缩系统其压力

应为 $7\sim 8\text{kg}/\text{cm}^2$ 。当低压空气压缩系统不能满足蝴蝶阀围带充气要求时，可用高压空气压缩系统减压供给。

根据水电站的机组容量及台数，低压空气压缩机可设置 $1\sim 2$ 台，并可设置储气罐。

空气压缩机的容量，可按正常停机制动供气和检修供气之和确定。

(4) 当机组需采用充气压水方式作调相机运行时，低压空气压缩系统应设置两台空气压缩机。其容量应按调相充气压水的用气量确定，但调相供气管路和储气罐，应与机组制动用气分开。

调相用储气罐容积，应根据一台机组调相时，初次压低转轮室水位所需用的空气量确定。

(5) 高、低压空气压缩系统的管路，均应装设油水分离器。

所有储气罐均应装设安全阀和排水阀。自动补气的储气罐应设置监视压力的压力信号器。

1.2.3 供水系统规程的有关内容

(1) 技术供水（机组冷却水、润滑水和主轴密封用水）系统应有备用水源。其中，润滑水的备用水源应能自动投入运转。供水系统的取水口不应少于两个，每个取水口应保证通过需要的流量。

(2) 水电站的技术供水方式，应符合下列规定：

1) 水头在 12m 以上时，宜采用自流供水，最大水头大于 50m 时，应设置可靠的减压设备，或采用射流泵供水。

2) 供水量较大（发电机有空气冷却器），且水头在 80m 以上时，应在自流减压供水、射流泵供水和水泵供水之间进行技术经济比较确定。

3) 水头大于 120m 时，宜采用水泵供水。

4) 最大水头在 12m 上下，最小水头小于 12m 时，宜采用自流和水泵相结合的混合式供水。

(3) 当采用水泵供水方式时，应设置备用水泵，当一组水泵中任一台水泵发生故障时，备用水泵应能自动投入运转。

(4) 机组冷却水系统应装设滤水器，润滑水系统应加设专用的滤水器。滤水器清污时，系统供水不应中断。

(5) 水电站厂房应设消防供水系统。

水电站水头在 30m 以上，消防供水可采用自流供水。

水电站水头在 30m 以下，消防供水宜采用水泵供水，不考虑备用水泵，但应有可靠的电源，水泵的供水量，应不小于最大一次失火的消防用水量。

当技术供水采用水泵供水时，消防供水与技术供水可合成一个系统。

当供水水头和水量不能满足消防要求时，可用化学灭火器。

(6) 供水管路内的流速，不宜大于 $7\text{m}/\text{s}$ ，亦不宜小于 $2\text{m}/\text{s}$ 。

1.2.4 排水系统规程的有关内容

(1) 机组检修排水和厂内渗漏排水系统可分开设置，各设专用的排水泵。当采用一个系统时，应设置防止外水倒灌厂房的措施。

装机容量较小的水电站，排水系统可适当简化。

(2) 机组检修的排水应设置两台水泵，不考虑备用。排水量宜按 4h 内能排出一台水轮机过流部分和钢管内的积水与上、下游闸（阀）门的漏水量之和确定。

每台水泵的排水量，应大于上、下游闸（阀）门的总漏水量。排水泵可用手动操作。

(3) 厂内渗漏水的排除应设两台水泵，并互为备用。

排渗漏水的排水泵，应能随集水井或集水廊道的水位变化自动运转。

(4) 采用集水廊道时，其最小尺寸，高应有 1.8m，宽应有 1.0m。廊道出口不应少于两个，其中一个出口不应被水淹没。

采用集水井时，其有效容积不宜小于一台水泵 10min 排水量和不宜大于一台水泵 20min 的排水量。

(5) 厂区积水的排除，应自成系统，且不得将其引入厂内集水井或集水廊道中。

(6) 立轴式水轮机顶盖的排水宜采用自流方式。排水管宜设两根，并应设置拦污栅。轴流式水轮机顶盖的排水，当采用水泵排水时，应设置备用泵。水泵应能按顶盖下的积水水位自动操作。



水 轮 机 主 阀

2.1 水 轮 机 主 阀 概 述

2.1.1 主 阀 的 作 用

为满足水电站机组运行与检修的需要，在水电站的引水系统和水轮机的过流系统中，不同位置应装设相应的闸门或阀门对水流加以控制，如进水口的工作闸门和检修闸门、尾水管出口的检修闸门和水轮机蜗壳前的阀门等。装设在水轮机蜗壳前的阀门称为主阀。

主阀通常只有全开和全关两种工况，不允许部分开启来调节流量，以免造成过大的水力损失和影响水流稳定而引起过大的振动。主阀也不允许在动水情况下开启。

水轮机主阀的型式主要有蝴蝶阀（蝶阀）、闸阀、球阀和重锤阀等。

1. 主 阀 的 作 用

(1) 为水轮发电机组检修提供安全工作条件。当压力水管采用联合供水或分组供水时，可构成水轮发电机组检修时的安全工作条件。当其中一台机组检修，可关闭该水轮机前主阀，从而不影响其他机组的正常运行。

(2) 停机时减少机组的漏水量，重新开机时缩短机组所需要的时间。水轮发电机组停机后，水轮机导叶不可能做到完全密闭，存在较大的漏水量。特别是经过一段时间运行后，导叶间隙处产生气蚀和磨损，漏水量增大。据统计，一般导叶漏水量为水轮机最大流量的 2%~3%，严重的可达到 5%，造成水能大量损失。某些水头较高的小型机组甚至因漏水量过大而不能停机。所以，当机组较长时间停机时，关闭其主阀就可以大大减少机组的漏水量。

另一方面，水轮发电机组短时停机后，为了在机组重新启动时保证机组运行的速动性和灵活性，一般不关闭进水口闸门，以免放掉压力水管内的水，因为下次启动前又需要重新充水，这样既延长了机组起动时间，又使机组不能随时保持备用状态。因此，装设主阀对高水头有较长压力水管的水电站，作用更为明显。

(3) 防止水轮发电机组飞逸事故的扩大。当水轮发电机组调速系统故障而导致导水机

构失灵时，紧急关闭主阀，快速切断水流，可防止水轮发电机组飞逸时间超过允许值，避免事故扩大。

2. 装设主阀的条件

由以上分析可知，水轮发电机组必须装设主阀。但是，由于主阀的价格昂贵，而且装设主阀将增加水电站的土建投资与设备安装与运行费用。因此，主阀的装设一般应符合以下三个条件：

(1) 压力水管为联合供水方式或分组供水方式的水电站，每台水轮机前应装设主阀。

(2) 水头高于 120m 单元供水方式的水轮机前应考虑装设主阀，因为水头高，压力水道往往较长，充水时间也长，而且水轮机的导叶漏水量较大。实际上，有的高水头水电站，也可装设两个阀门，一个装在压力钢管的始端，另一个装在水轮机前，分别作为压力钢管和机组的保护设施。

(3) 水头小于 120m 单元供水方式的水轮机前不装设主阀，但应在进水口装设快速闸门。但也有例外，如某些多泥沙河流上的中、低水头电站，由于进水口闸门容易磨损，不能保证快速切断水流，因而也装设主阀。

2.1.2 主阀的技术要求

主阀的技术要求如下：

(1) 主阀应结构简单、工作可靠、操作简便、外形尺寸小、重量轻。

(2) 主阀应有严密的止水密封装置，关闭时减小漏水量，以便对阀后部件进行检修工作。

(3) 主阀及其操作机构的结构和强度应满足运行要求，能承受各种工况下的水压力和振动，不致有过大的变形。水轮发电机组发生事故时，主阀应能在一定的动水压力下迅速关闭，关闭时间应满足水轮发电机组允许飞逸转速持续时间和压力管道允许水锤压力值的要求，一般不大于 2min；直径小于 3m 的蝶阀、直径小于 1m 的闸阀和球阀不大于 1min。仅作水轮机检修时截断水流用的主阀，关闭时间可以稍长一些，但必须在静水中关闭。

(4) 主阀处于全开位置时，对水流的阻力应尽量小。

2.2 蝴 蝶 阀

蝴蝶阀（蝶阀）是目前应用最广泛的水轮机主阀。根据主轴装置型式，蝶阀又分为立轴蝶阀和卧轴蝶阀两种。

2.2.1 蝶阀的组成

蝶阀由阀体、活门、止水结构、旁通阀、空气阀、锁定装置等部分组成。圆筒形的阀体内安装了可绕轴转动的饼形活门，全关时活门四周与阀体接触，切断水流通路；全开时活门与水流方向平行，水从活门两侧绕过，如图 2-1 所示。

2.2.2 蝶阀的型式

按照装置方式的不同，蝶阀分为立轴和卧轴两种型式。两种型式蝶阀运行情况均良

好，都得到了广泛的应用。在水力性能上两种阀门没有明显的差别，生产厂商一般根据其经验和用户的需要决定布置形式。

1. 立轴蝶阀

立轴蝶阀如图 2-2 所示。阀体内的活门轴位置为垂直布置。阀门接力器和操作机构均装设在阀体上部。尽管需要设置轴向推力轴承以支承活门的重量导致结构上较复杂，但是整体布置比较紧凑，占厂房面积略小些。有利于防潮和对操作系统的监视、检查和维护。但是，其下部轴承容易沉积泥沙，需要定期清洗，以免引起磨损甚至阀门下沉。

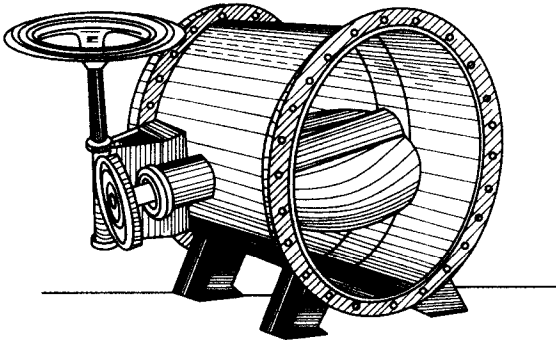


图 2-1 小型卧轴蝶阀

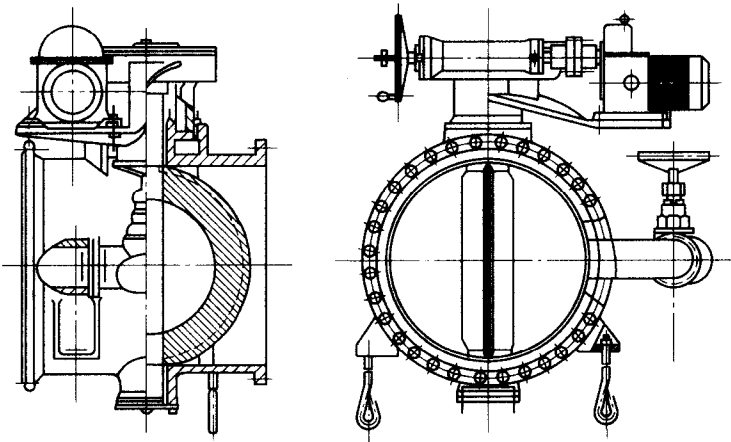


图 2-2 立轴蝶阀

2. 卧轴蝶阀

卧轴蝶阀如图 2-3 所示。其阀体内的活门轴位置是水平布置的。接力器和操作机构装设在阀体的一侧，也有的装设在阀体的两侧，结构均较为简单。由于水流压力的合力重心落在阀轴的中心线以下，所以当阀体离开中间位置时，卧轴蝶阀将有自动关闭的趋势。但是卧轴蝶阀的接力器和操作机构所占的空间较大，而且阀体的组合面大多在垂直位置，操作维护不如立轴式方便。但其操作机构可以利用混凝土地基作为基础，不用支持活门的推力轴承，结构比较简单。

3. 重锤式蝶阀

下面简要介绍亚太小水电研究中心研制的 D741—X—10 型重锤式蝶阀。这是一种为中小型水轮发电机组提供一种可靠的后备保护装置，并为中小型水电站实现“无人值班（少人值守）”目标提供一种安全可靠的附属设备，如图 2-4 所示。

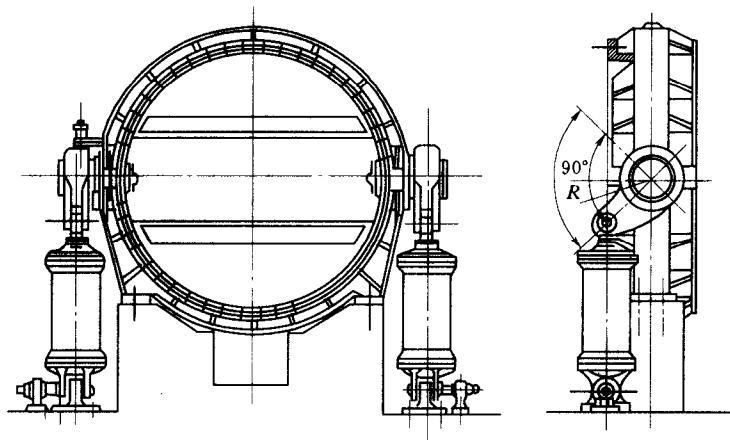


图 2-3 卧轴蝶阀

这是一种液压电控式蓄能阀门，与常规电手动蝶阀相比有如下特点：

(1) 重锤阀设有液压联动旁通阀，油泵电机起动时，旁通阀即开启充水（充水时间可据实调整）。两侧平压后，回路自动切换，油缸开始工作，举锤蓄能，阀门开启。至全开位置后挂钩锁定，油泵自动停止，旁通阀自行关闭。而常规电手动蝶阀则手动启闭旁通阀即可。

(2) 重锤阀全开位置由重锤挂钩机械定位，避免了电手动蝶阀由于行程开关不准而造成全开位置偏离。

(3) 全关位置由重锤机械限位保证，避免了常规蝶阀因行程开关拒动而造成的关闭过度，避免发生橡胶密封圈损坏或扇形蜗轮断裂事故。

(4) 重锤阀的双偏心平板阀结构水流损失小，启、闭力矩配置合理。密封为整圈钳压固定的燕尾形橡胶圈与固定在阀体上的铜环组成，性能可靠，比电、手动蝶阀两段圆断面橡胶圈的密封效果好。

(5) 系统失电时，事故紧急关闭的操作简单，只需轻轻操作支托拉杆，重锤及时释放重力能，迅速关阀断水，避免了电、手动蝶阀近 10min 的手摇关闭。

(6) 重锤阀具有可调的先快后慢两段关闭特性，有效地控制了水锤压力升高过大，这是常规电、手动蝶阀无法比拟的。

蝶阀操作有手动、电动和液压三种方式。农村中小型水轮发电机组的阀门直径小，常为手动操作。很多中小型水轮发电机组蝶阀直径较大，手动操作困难，常采用电动机减速后进行操作，如图 2-2 所示为电、手动互相切换的操作方式。许多小型机组流量大、阀门直径大，一般采用液压操作方式。

2.2.3 蝶阀的结构

蝶阀结构主要由圆筒形阀体、斜板型或透镜型活门、轴承、密封装置、锁定装置以及附属部件组成。

1. 阀体

阀体是蝶阀的主要部件，呈圆筒形，水从其中流过。承受水压力，支持蝶阀的全部部