

水工建筑机械设备 安装手册

[俄] Под редакцией В. Я. Мартенсона

戴会超 田 斌 伏羲淑 朱尔玉 等译



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

水工建筑机械设备安装手册

[俄] Под редакцией В. Я. Мартенсона
戴会超 田 斌 伏羲淑 朱尔玉 等译



中国水利水电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水工建筑机械设备安装手册 / (俄) 马尔坚松主编; 戴会超等译. — 北京: 中国水利水电出版社, 2002

ISBN 7-5084-1168-4

I. 水… II. ①马…②戴… III. 水工建筑物-建筑机械-设备安装-手册 IV. TV53-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 055834 号

书 名	水工建筑机械设备安装手册
作 者	[俄] Под редакцией В. Я. Мартенсона 戴会超 田斌 伏义淑 朱尔玉 等译
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: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国人民大学印刷厂
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 17.75 印张 420 千字
版 次	2002 年 8 月第一版 2002 年 8 月北京第一次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	45.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《水工建筑机械设备安装手册》

编 委 会

主 任	戴会超	朱尔玉			
副主任	田 斌	伏羲淑			
委 员	马善定	赵锡锦			
	戴会超	朱尔玉			
	伏羲淑	田 斌			
	黄 伟				
主 译	戴会超	田 斌	伏羲淑	朱尔玉	

前 言

前苏联在 20 世纪 70 年代兴建了一批坝高超过 200m, 装机容量超过 100 万 kW 的大型水电工程, 1965~1975 年水电装机容量增加约 1800 万 kW。如努列克水电站, 1977 年建成, 心墙土石坝坝高 317m, 装机容量 270 万 kW; 萨扬-舒申斯克水电站, 重力拱坝坝高 242m, 装机容量 636 万 kW, 压力管道采用钢衬钢筋混凝土结构, 1977 年第一台机组发电; 罗贡水电站, 1975 年开工, 工期 8 年, 斜心墙土石坝坝高 325m, 装机容量 360 万 kW, 采用钢衬钢筋混凝土蜗壳 ($PD=2.28\times 10^8\text{N/m}$); 英古里水电站, 1974 年建成, 拱坝坝高 272m, 地下厂房装机容量 180 万 kW (后增设坝后抽水蓄能电站 100 万 kW); 契尔盖水电站, 1975 年建成, 双曲拱坝坝高 236m, 装机容量 100 万 kW; 布列依水电站, 1976 年开工, 工期 8 年, 装机容量 200 万 kW 等。俄罗斯人还自己设计、自己施工、自己制造施工和机组设备, 完全依靠自己的力量创建了世界上少有的装机容量超过 600 万 kW 的超大型水电站枢纽工程。

“水工建筑机械设备安装手册”一书就是总结了前苏联当时正在建设中的萨扬-舒申斯克、罗贡、英古里、布列依等大型水电站机械设备施工安装的经验和一些大型机械设备在设计、制造和安装中特别复杂的技术问题(例如, 水头为 100~200m, 计算荷载达 40~60MN 的液压启闭闸门需要的特殊安装方法, 阐述了安装施工方案, 提出了劳动保护和安全技术的基本要求)。另外, 还介绍了预埋件和钢板衬砌的安装、压力管道的安装、船闸设备的安装, 与安装配套用的工具、测量仪器、器具、备具等, 焊接作业及其质量检验设备, 防腐施工工艺、现场安装的组织管理及成套设备、材料供应等, 内容十分丰富。

相信这些在大型水利枢纽中采用的新型结构及施工安装经验, 对我国水电工程技术界会有广泛借鉴作用。

因水平有限, 错误在所难免, 恳请读者给以指正。

本书编委会

原 书 序

水工结构建设是有关国民经济的重要领域，它关系着向居民、工农业部门供电和供水，灌溉干旱的土地，改善航运条件以及其他一些问题。根据苏共 26 次代表大会决议，在第 11 个五年计划内，即到 1990 年，要开发西伯利亚、远东、中亚和外高加索河流的水电资源。在欧洲部分地区将建成抽水蓄能电站，用以改善与大容量的核电站、火电站相联的电网的运行工况……。为了顺利实现苏共中央 1982 年 5 月全会上通过的粮食纲要，还要大搞水利建设。

目前，在苏联修建的水电站和抽水蓄能电站中，机械设备和金属结构件年安装量为 26 万~30 万 t。

大型水电站如正在建设中的萨扬-舒申斯克、罗贡、英古里、布列依等水电站，在机械设备设计、制造和安装中都存在特别复杂的技术问题。例如，当水头达 100~200m 时，闸门上的计算荷载达到 40~60MN。

这些采用液压启闭的闸门，是非常复杂的设备，制造和安装不仅应有很高精度，而且需要特殊的安装方法。此外，它们在水工建筑物上的安装是在场地狭窄情况下与土建工程施工同时交叉进行的；水工建筑物施工全过程及施工期限，也取决于结构件所采用的安装方法和按安装标记的拼装方法。所以，必须采用先进的闸门和启闭机械结构、合理的安装方法、高生产率的焊接方法等等。乌斯季-依利姆斯克、努列克、捷雅等水电站的安装实践表明，结构件的装配、组装和焊接的主要工作在接近于工厂化的安装生产基地完成，通常可以大大提高劳动生产率，减少劳动力消耗，缩短建设工期。

水工建筑物的强度、抗渗性、工作可靠性以及任何设计荷载组合条件下的特殊要求，也同样受机械设备影响。因为机械设备工作可靠性关系到整个水利枢纽的无故障运行。故机械设备工作的可靠性，对于建设水头为 350m 和单机容量 200~650MW 的水利枢纽工程具有重大意义，而设备工作的可靠性几乎只取决于设备设计、制造和安装的高质量。

目前积累了大量不同类型机械设备的运行经验。这些经验有助于确定各种不同用途和参数的水利枢纽机械设备最合理的组合与配置。

本手册对苏联能源部收集的水工建筑物机械设备和钢结构多年的设计、安装和运行经验进行了分类和总结。

手册基本上是按照苏联能源部所属的水电工程建设中采用的规格、标准、技术条件、统一规格的安装设备、器具和机械产品样本等资料进行编写的。其中包含着“莫斯科水工钢结构所”、“列宁格勒水工钢结构所”、水电站建筑安装总局全苏建筑安装托拉斯的“扎波罗热水工钢结构所”这些专门设计机构以及“水工建筑物设计院”、“全苏动力工程技术设计院”和其他一些有关单位的专家们对机械设备的设计、安装工作的组织和施工，安装公司施工基地设计、机械设备装配、焊接和防腐工艺的内容总结。

手册中编入了各种水利工程和水电站上的机械设备及其配置，以及水电站建筑安装总

局、全苏建筑安装托拉斯的工厂和苏联能源部及其他部门的制造厂提供的成套设备。记叙了预埋件和钢板衬砌、闸门、拦污栅、压力水管和运行用起重机械的结构和安装方法；水利工程施工中使用的专用塔式起重机不可拆卸的移动方法，以及增加其设计高度和起吊重量的方法。

手册中列出了安装和运输设备以及水工施工所采用的机械、焊接组装用器具和焊接电源的技术数据；介绍了水工结构件装配、焊接的工艺和防锈蚀涂料。部分章节阐述了安装加工器具的计算和构造。对安全生产组织最重要的基本规程和水工结构安装施工的特点也作了介绍。

手册适合于核电站、火电站、水电站和抽水蓄能电站的水电建筑工程师，安装、运行和水工结构设计以及水利工程和通航建筑方面的人员使用，也可供水工专业高等学校和中等技术学校的学生使用。

作者对 М. Ф. 克拉西利尼科夫表示深切的感谢，他在资料的精选和分类上作了大量工作。也感谢 Я. Н. 维多哈诺夫斯基和 Н. Н. 索罗金在校阅手稿时提出有益的意见。

作者感谢所有为本手册提供资料和给予帮助的同志。

编译者

目 录

前言

原书序

第一章 机械设备的组成及其安装中的成套供应	1
第一节 机械设备的组成.....	1
第二节 建筑物上机械设备的主要布置方案.....	2
第三节 施工期机械设备的工作	16
第四节 机械设备、金属结构制造和成套供应	18
第五节 机械设备备件	26
第二章 现场安装工作的组织管理	29
第一节 安装工作的技术保证	29
第二节 安装准备和机械设备拼装	32
第三节 工地附近的基地	33
第四节 仓库组织管理	41
第五节 工具管理	43
第六节 质量检验的组织管理	44
第三章 预埋件和钢板衬砌安装	47
第一节 预埋件的组成	47
第二节 闸门门槽结构	50
第三节 安装方法	50
第四节 安装时门槽结构件的固定	53
第五节 安装施工	56
第六节 弧形闸门预埋件安装特点	62
第七节 钢板衬砌安装	64
第四章 闸门和拦污栅的安装	66
第一节 平板闸门的安装	66
第二节 弧形闸门的安装	70
第三节 拦污栅的安装	74
第四节 其他类型闸门的安装	74
第五章 压力输水管的安装	76
第一节 一般情况	76
第二节 安装前输水管道管节的拼装	79
第三节 输水明钢管的安装	83
第四节 在隧洞内安装输水钢管	87

第五节	钢衬钢筋混凝土输水管道的安装	92
第六节	输水管道启用前的压水试验	97
第六章	闸门启闭机械的安装	101
第一节	固定式机械的安装	101
第二节	可移动式启闭机械的安装	103
第三节	液压启闭机的安装	105
第四节	安装后的技术检验和投入运行	111
第七章	船闸设备的安装	115
第一节	双扇式闸门（人字形闸门）安装	115
第二节	滚轮闸门的安装	119
第三节	全回转式弧形闸门的安装	120
第八章	专用结构件和机械的安装及移动	121
第一节	混凝土转运装卸栈桥的安装	121
第二节	KBFC—450 型和 KBFC—1000 型塔式起重机沿竖直方向的移动	125
第三节	增加起重机高度和起重容量	129
第四节	利用能提增塔式起重机起重容量的装置提升和移动重物	131
第九章	安装吊运机械及设备	133
第一节	专用塔式起重机	133
第二节	臂架式起重机	137
第三节	龙门式起重机、卷扬机、电动葫芦	144
第四节	运输设备	147
第十章	安装装配工具和测量仪器	152
第一节	安装工具	152
第二节	测量仪器和测量工具	160
第十一章	安装与装配用的器具和索具	164
第一节	索具	164
第二节	吊杆和吊链	172
第三节	锚、千斤顶、组装用设备、搭脚手架工具	174
第十二章	焊接作业、焊接、切割及质量检验设备	182
第一节	金属结构和设备拼装、焊接和检验工艺的基本情况	182
第二节	材料焊接与切割的电源	193
第三节	焊接设备及设施	199
第四节	金属的气弧切割和气体切割设备	210
第五节	焊接质量无损探伤的方法及设备	217
第十三章	防腐施工工艺和设备	227
第一节	构件表面在涂敷油漆前的准备工作	227
第二节	涂敷油漆	228
第三节	涂层质量检验	228

第十四章	水工建筑机械设备用材料	232
第一节	生铁、不锈钢及合金	232
第二节	金属焊接与切割用材料	233
第三节	钢丝绳	235
第十五章	机械设备、钢结构及安装设施的结构和元件计算	237
第一节	型钢安装接头	237
第二节	承压件和安装接头计算原则	241
第三节	钢丝绳计算	249
第四节	荷载及荷载组合	253
第五节	校核闸门的启闭能力及确定闸门驱动力	257
第六节	闸门滑动支承部件和密封计算	261
第七节	最大挠度的标准值和允许挠度	263
第十六章	安装施工中的安全技术	265
第一节	电力建设安全劳动条件组织的标准和规范	265
第二节	总则	266
第三节	工程技术人员和工人在遵守劳动安全规定方面的岗位责任	267
第四节	起重机和起重安装设备的安全运行规程	270
第五节	生产事故调查	273

第一章 机械设备的组成及其安装中的成套供应

第一节 机械设备的组成

在现代的水力发电与水工建筑物中,装备有各种类型的机械设备、专用钢结构件和钢板钢筋混凝土结构件。

其中机械设备的主要种类有:

带预埋件的各种形式的闸门(包括船闸闸门);

防止水电站水轮机进水通道被漂浮污物和冰块等堵塞的拦污栅和浮栅;

固定式和移动式的起重设备(液压起重机、高架、半高架吊车和单轨悬挂式起重小车等);

起重吊运机械与闸门、拦污栅连接的装置(抓梁、拉杆、平衡梁等);

拦污栅的清污装置(拦污栅清污机、全跨式抓斗等)和栅前水面清污机(《波利普》型多爪抓斗、清污网等);

在气温 0°C 以下时,为保证机械设备正常工作的加热设备;

保证对机械设备进行维修和防锈处理的设备。

此外,水电站中还采用如下一些钢结构和钢板钢筋混凝土结构。其中钢结构有:安置闸门启闭机的临时和永久机架桥;起重、输送混凝土和辅助用桥形架和栈桥;闸门及其防护设备上面的可拆式屋顶;水轮机引水钢管和调压室、闸门室的钢板衬砌等。钢板钢筋混凝土结构有:混凝土浇筑的门槽结构、闸门底坎和高压闸门室钢板衬砌块,钢板钢筋混凝土水轮机引水管道及其他结构。

上述列举的大多数结构件都与机械设备的工作有关,所以它们的设计、制造和安装都遵照 CHyII II—18—75 规程规范、前苏联能源部行业标准和水电站建筑安装总局全苏建筑安装托拉斯的企业标准进行。这些规程规范和标准是为水工建筑机械设备和金属结构制定的。

电站采用哪些类型的机械设备,取决于水电站、泄水建筑、通航及其他建筑的运行要求,并考虑到施工期的要求。

闸门的形式、尺寸和在建筑物中的位置,主要根据用水力学模型试验对几种机械设备布置方案进行比较来选定。

选择启闭机械的类型和确定泄水闸门的启闭速度时,要考虑洪水位上升的速度,需要闸门启闭的频繁次数,以及这些机械在泄放施工流量时的工作条件。

如果需要同时开启或关闭若干个闸门,那么应该每一个闸门采用一个固定式启闭机械。

溢洪道的主控闸门和进水口事故闸门的启闭是采用遥控或自动控制的,同时还应有现场操作控制设备。同时,对于固定式闸门启闭机械应安装闸门位置指示器和使闸门在运行极限位置时,机械能自动停机的终点行程开关。如果闸门采用自动控制或程序控制,那么

在指定的中间位置也应安装终点行程开关。闸门的位置信号应显示在水电站的操纵台上。

泄水孔的主调节闸门在孔口的中间位置（部分开启）或在全开启时，需要用专用装置（锁锭）固定，然而水电站进水口事故快速闸门在开启位置时并不支搁在锁锭上，而是用起重机械经常悬吊着（采用液压起重机时，闸门依靠“油垫”支撑着）。

闸门固定式油压启闭机、油压装置和控制仪表应安装在防寒的房屋内，房屋应可以防止大气中的降雨、灰尘、风沙影响。房屋应有围墙，与外面相隔离。

位于上游水位以下的机房，应有自动扬水或排水设施，同时应有措施减小空气的高湿度。深（或高）20m 及 20m 以上的机房，应设置客货两用的电梯，供机械安装人员和运行人员使用。

机械动力电源和房间的照明电源应彼此独立，此外还应有蓄电池作为事故照明电源。

对于引水式和坝后式水电站，当采用钢板或木质有压明管以及明渠引水时，在进水口应设置事故快速闸门和相应的启闭设备。

压力输水钢管应设置有自动控制装置，控制管道内流速不超过最大设计流速（最大流速保护）和对管道进出口处的流量差（流量差保护）作出反应。还应有必要的结构构造和措施，避免发生危害水电站厂房的事故水流。

对于破坏后不产生灾难性事故的引水管结构（钢筋混凝土引水管、钢板钢筋混凝土引水管以及混凝土坝内埋管和敷设在岩体中的引水管），水电站厂房不必设置事故水流的专门保护措施。在这种情况下，进水闸门的操作应使用专用的移动式启闭机械，不允许使用一般工业用的吊车、吊梁、电动葫芦和其他起重设备来操作闸门。

建筑物应有条件能使闸门从门槽中自由的提出，拆卸固定式机械，快速更换磨损的零部件，将零部件运至安装现场或维修间，并能在闸门井内顺利地完 成闸门预埋件和钢板衬砌等的安装和修复工作。

在气温低于 -40°C 的地区，水电站机械设备应按北方地区技术规范制造。在这类地区应为机械提供封闭的防寒房屋，并在上游设置胸墙，使闸门井（闸门区）内保证零度以上温度。如气温低于 0°C 时，应考虑为闸门和预埋件加热。

对于会出现冰凌或拦污栅结冰的水利枢纽，应设置加热设备或采取其他措施，以保证水流不断地进入水轮机。

在设计大型水工建筑时，应考虑设置检查设备和专项原型观测设备，对机械设备的工作运行状态进行监控。此类水利水电枢纽机械设备的设计内容中，还应包括实施原型监测的方案和办法，测量工具（监测仪器）的布设方法和机械设备状态（输水管和闸门的振动、水流脉动、拦污栅的水头损失和结构件应力等）评定标准。

各种类型的临时泄水建筑物和水电站的引水建筑物所用的机械设备都应按为永久建筑制定的标准和规范进行制造和安装。

第二节 建筑物上机械设备的主要布置方案

一、引水建筑物机械设备

水电站引水建筑物的机械设备应保证水流不断进入水轮机，清理拦污栅前的水面和拦

污栅上的污物，在特殊情况下（事故或检修时）可使引水建筑物停止进水。

在每个水利枢纽的部分或全部建筑物中，水电站引水建筑物的机械设备有极其繁多的配置形式。这主要是因为水电站的布置有多种形式（河床式、混合式、坝后式和引水式等），以及气候条件和河流及附近区域（山区、森林、平原等）特性的不同。

在河床式、坝后式和引水式水电站中，进水口底槛在水面下不深于 50m 时，通常设置三道门槽，在三道门槽中依次设置有拦污栅、安装检修闸门和事故—检修闸门。克拉斯诺雅尔斯克、布拉茨克、乌斯季-依利姆斯克（图 1-1）、捷雅、谢列布良等水电站就是这种设备布置的典型实例。

对于较简单（堵塞较轻）的情况，可采用两道门槽布置（拦污栅和事故—检修闸门）。此时一般在拦污栅前设置一个不大的附加门槽，以保证全跨距式清理耙斗的工作效率。这种布置方案在布赫达尔明、维柳依Ⅱ（图 1-2）和其他一些水电站得到应用。对于这种两道门槽布置，检修闸门是安放在拦污栅槽中，此前将栅前污物清理干净并将拦污栅吊出。

有时，因为漂杂物很多，可在引水建筑物上游面单独建造外伸的拦污建筑，如以苏共 22 大和列宁的名字命名的伏尔加梯级中的水电站就如此。沃特金斯克水电站（图 1-3）进水口的布置是一种最佳布置方案。它的拦污栅槽和清污抓斗槽随坝墩的延伸也向上游移动。这种布置可以最大限度地增大拦污栅的面积，加之每一闸墩上设有 10m×19m 进水口，拦污栅面不可能同时被堵塞（如一段栅已清理，另一段栅正在清理等等）可使水流平顺过栅。

所有此类布置的特点是都设有为装设附属设备和吊挂设备必须的高架门机。这些设备完成对检修闸门和拦污栅的所有操作，并负责栅前水域和拦污栅清理。

事故—检修闸门的操作也是利用这种高架门机完成的（如沃特金斯克、萨拉托夫、谢克宁、弟聂伯罗捷尔任斯基、克列缅丘格水电站）。在必要时为

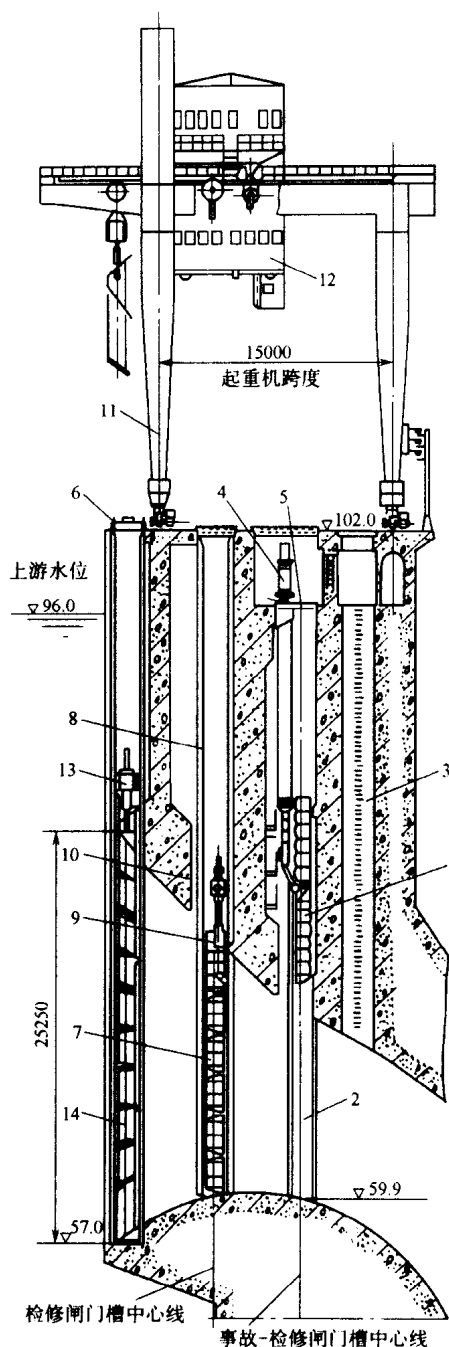


图 1-1 乌斯季-依利姆斯克水电站引水建筑物机械设备

- 1—事故—检修闸门；2—事故—检修闸门预埋件；3—通风管；4—液压传动设备；5—槽顶盖；6—锁锭梁；7—检修闸门；8—检修闸门预埋件；9—旁通阀；10—检修闸门的吊梁；11—高架门机；12—起重机供暖室；13—吊梁；14—拦污栅

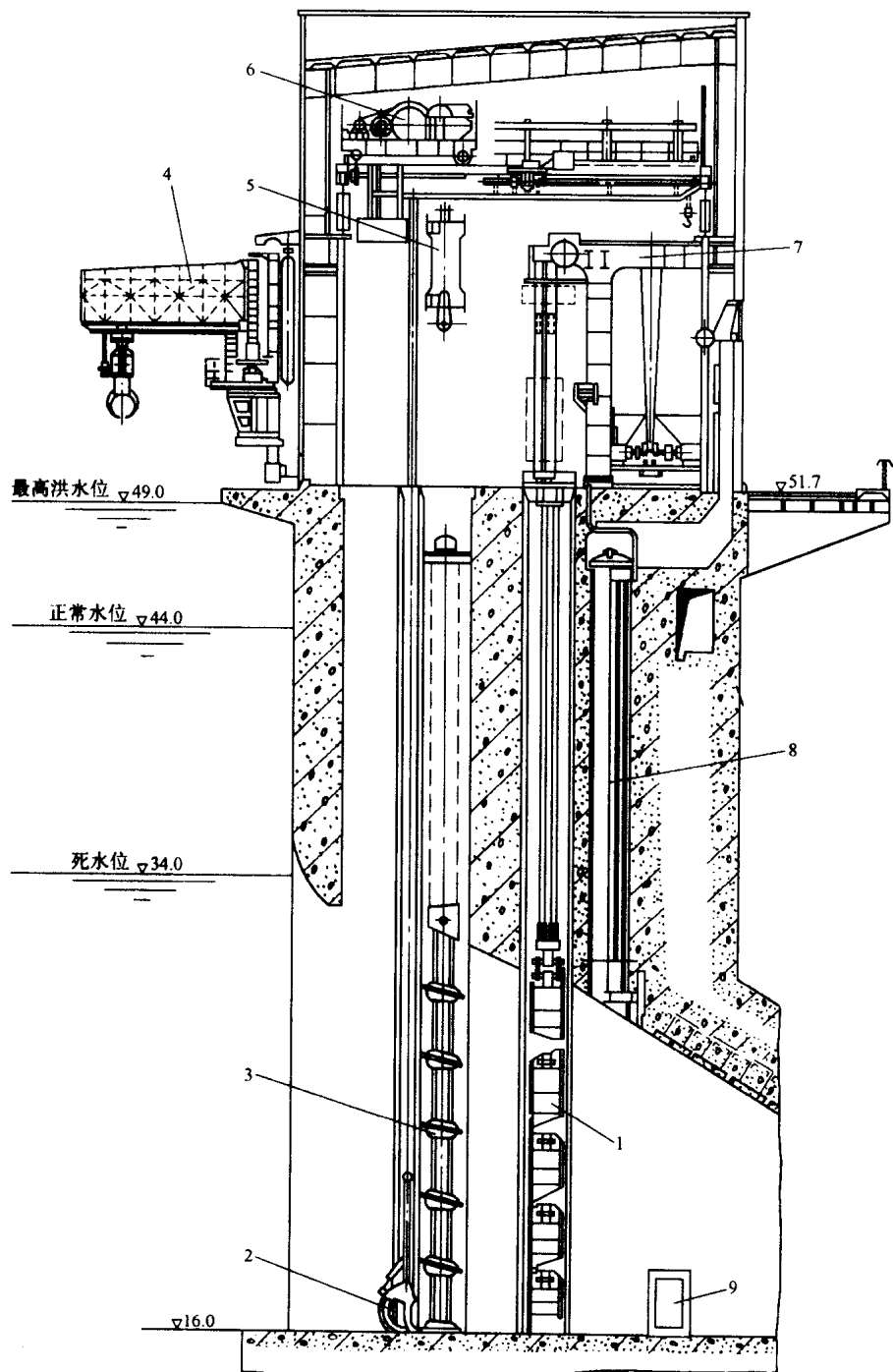


图 1-2 维柳依水电站引水建筑物机械设备

- 1—事故—检修闸门；2—全跨距式耙斗；3—拦污栅；4—波利普抓斗起重机；
5—吊梁；6—桥式起重机；7—固定式卷扬机械；8—通风井；9—密封门

表 1-1

大型水电站引水建筑物机械设备

水 电 站	数 量		闸坎 深度 (m)	设计参数 ($l-h-H$) (m)			液压启闭机特性 (机构) $P_{\text{启}}-P_{\text{持}}-P_{\text{下压}}-h_{\text{行}}$	设备重量 (10 ³ t)
	引水口	事故— 检修闸门		拦污栅	检修闸门	事故—检修 闸门		
布拉茨克	20	20	42	12.8—30—3	7—14—42	7—11—42	2000—2500—0—13.5	10.6
乌斯季-依利姆斯克	18	18	36	15.1—23—2	9—15.6—36.3	8—11.1—36.1	1500—3000—0—14.1	11.4
克拉斯诺雅尔斯克	12	24	40	12.4—22.5—2	8—12.5—40	8—10.5—40	2500—2500—0—12.1	12.1
契尔盖	4	4	54	10.2—15.5—2	6.3—9.1—53.1	5.5—7.5—53	3600—3600—0—8.6	4.0
捷 雅	6	6*	46	15—23.5—2	8—12.5—60	8—10—60.5	3500—5500—0—11.6	7.3
英古里	2	2	106	10—35—2	4—7—106	$D=5.98 \div 106$	1400**	2.5
萨扬-舒申斯克	10	10	61	4.48—20.9—3	8—12.2—61	7.5—9.66—61	2000—5500—0—11.5	10.9
恰尔后克	2	4	80	7—60—5	7—26—25	3.5—9—82.9	3200—900—0—10.1	3.5
努列克	3	6	73	10—50—3	4—11.1—50	4—10—73	3500**	6.5
托克托古尔	4	8	29	7—23—3	7—23—21	3—7—85	2800—2800—0—7.6	5.6
库尔普萨	4	4	46	12—27.6—3	7—8.15—34.3	7—7—34	3500**	2.4

* 包括两个高程较高孔口事故检修闸门。

** 起重启门力。

注 设计参数: l —跨度; h —闸门高度; H —坎上水头; $P_{\text{启}}$ —启门力, kN; $P_{\text{持}}$ —持住力, kN;

$P_{\text{下压}}$ —下压力; $h_{\text{行}}$ —行程, m。

二、尾水管机械设备

尾水管的机械设备包括用于发电机组维修时关闭尾水管的检修闸门和操作检修闸门的起重机械。

尾水管的机械设备布置形式有两种,一种布置是尾水管检修闸门设在尾水管的末端(图 1-5),另一种布置是尾水管检修闸门设在尾水管中段。在这种情况下,用顺水流方向的框架将尾水管顶板上的孔口和闸门门槽封盖住,以减小水力损失。

大型水电站尾水管闸门的起闭机械,采用高架门机和半高架门机,小水电站则采用悬吊小车。尽管也有用斜门槽的尾水管布置的工程实例(图 1-6),但通常尾水管闸门安放在竖直闸门槽内(图 1-3),对于斜门槽的尾水管布置形式应有专门的起重设备提升和移动闸门。无泄洪底孔的尾水管机械设备参数列于表 1-2。

表 1-2

大型水电站尾水管机械设备

水 电 站	检修闸门 数量	闸门设计参数 ($l-h-H$) (m)	起重机起重 重量 (t)	机械设备 重量 (t)
布拉茨克	12	6.5—6.5—17.6	2×15/5	472
乌斯季-依利姆斯克	4	7.5—7.9—21.4	40	979
克拉斯诺雅尔斯克	7	9.85—6.43—32.6	75	1500
契尔盖	8	5.08—6.57—36.43	50	581
捷 雅	10	7—5—27.2	40	931
英古里	5	6—6.3—14.1	2×10	171
萨扬-舒申斯克	4	8—8—29.6	63	1070
恰尔后克	6	6—5—16.1	2×10	256
努列克	18	5—5—25.8	2×32	585
托克托古尔	8	6—7—31	2×25	351
库尔普萨	8	7—6—17.7	2×15	357.7

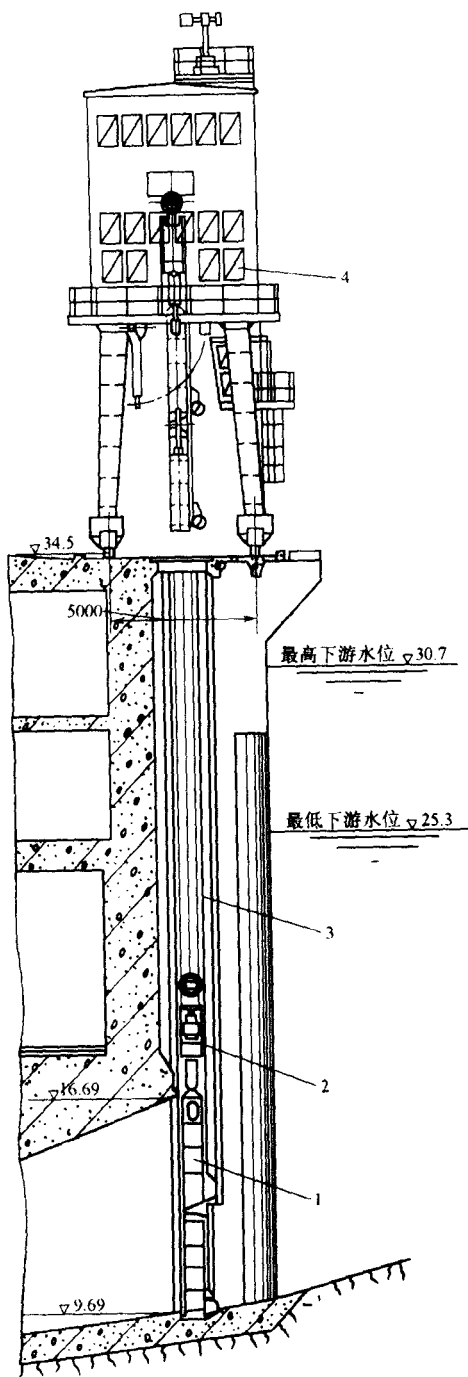


图 1-5 乌斯季-依利姆斯克水电站尾水管机械设备

1—检修闸门；2—吊车梁；3—预埋件；
4—高架门机

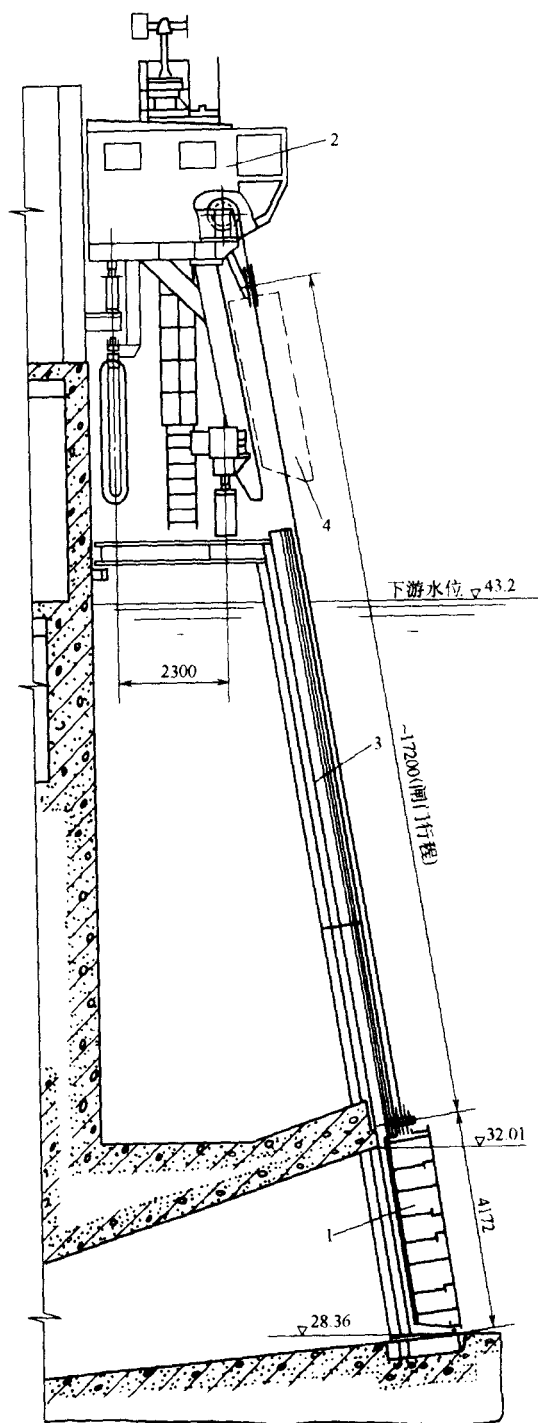


图 1-6 谢列布良水电站机械设备

1—检修闸门；2—半高架门机；3—预埋件；
4—闸门移动中的位置