

三峡升船机上闸首下沉式工作闸门布置研究*

朱召泉 俞良正 陶碧霞

(河海大学土木工程学院 南京 210098)

摘要 对三峡升船机上闸首下沉式工作闸门布置进行研究,内容包括工作闸门的结构布置和结构分析,启闭机和平衡重系统的布置,锁定装置、正反向支承以及止水密封等的选型和布置.在定出上闸首下沉式工作闸门总体布置方案的基础上,指出本方案所存在的技术难点,供设计部门在闸首设备布置设计方案比选时参考.

关键词 升船机;上闸首;下沉式工作闸门;布置研究;三峡水利枢纽

三峡升船机是三峡水利枢纽的重要通航设施,其工程规模和技术难度均超过世界现有水平.升船机的主要特点为上游水位变率大,下游水位变率快.在方案初步设计时,为适应分期蓄水时的上游水位变化,上闸首布置采用一扇16m高的提升式平面工作闸门和7节各4m高的叠梁门,并在工作闸门上设置一扇8.5m高的通航卧倒门.这种方案安全可靠,但也存在操作费时等问题.现在根据实际需要,升船机仅用于后期永久通航,上游水位变幅已减小至30m,若考虑改用整扇39m高的下沉式工作闸门,则可取消叠梁门,缩短操作时间.但对如此高大的下沉式平面闸门,国内外尚无工程先例,是否可行,必须从布置、制造、检修、安装及启闭等各个方面进行充分论证和研究.

本文对三峡升船机上闸首工作闸门按下沉式平面闸门方案进行了布置研究.研究内容包括工作大门和卧倒门的基本尺寸的拟定;启闭机和平衡重系统布置;锁定装置、正反向支承以及止水密封等的选型和布置;工作闸门的结构布置和结构设计.

1 升船机上闸首下沉式工作闸门的总体布置

1.1 卧倒小门及工作大门的基本尺寸

根据三峡升船机上闸首的通航水位条件、闸室净宽尺寸及上闸首底面标高等设计基本资料,选择上闸首工作闸门基本尺寸如下.

1.1.1 卧倒小门的基本尺寸

本方案的工作大门为整体下沉式,为适应上游

水位变化而升降大门可不受原方案叠梁高度(4m)的限制,选择水位每变化2m升降大门一次,则卧倒小门的槛上高度初定为 $H_1 = \text{最小通航槛上水深} (3.5\text{m}) + 2.0\text{m} + 1.0\text{m} (\text{风浪超高}) = 6.5\text{m}$,比原方案高度(8.5m)减小2.0m.这样不仅可以减小卧倒门的启闭力和油缸长度,而且还可以减轻工作门顶和卧倒小门前的水重,从而减小整个工作闸门的升降力和启闭力.卧倒小门的计算跨度为18.3m,门槛高度取与原方案相同为2.6m.基本尺寸如图1所示.

1.1.2 工作大门的基本尺寸

如图1所示,工作大门门顶标高为176.0m,门底标高为137.2m,则工作大门总高度为: $H = 176 - 137.2 = 38.8\text{m}$,工作大门支承跨度与承船厢厢头宽度(23m)相配合取 $L = 27.8\text{m}$,闸门总宽度 $B = 29.2\text{m}$,在工作大门的迎水面布置两道止水,工作大门的荷载跨度则为内道止水间距(19.2m).

工作大门的主梁数目及间距需配合闸门支承(滚轮)选型及布置而定.经计算,主梁数目取9根,其中顶部两根主梁的间距按卧倒小门的启闭机油缸长度和厢头对接停靠要求而定,取3.85m.下部7根主梁间距按照等荷载原则,采用静水压力累积曲线方法确定.主梁采用焊接工字形组合截面梁,截面高度(即闸门厚度)为6.0m.

1.2 启闭机和工作桥的布置

根据带水操作和有压升降的要求,根据门重、水重和启闭力的计算结果^①,上闸首工作闸门的升降

第一作者简介:朱召泉,男,副教授,从事钢结构研究.

* 国家“八五”科技攻关资助项目(85-308-07-02(A)).

① 三峡升船机上闸首下沉式工作闸门布置研究报告,河海大学土木工程学院,1997年10月.

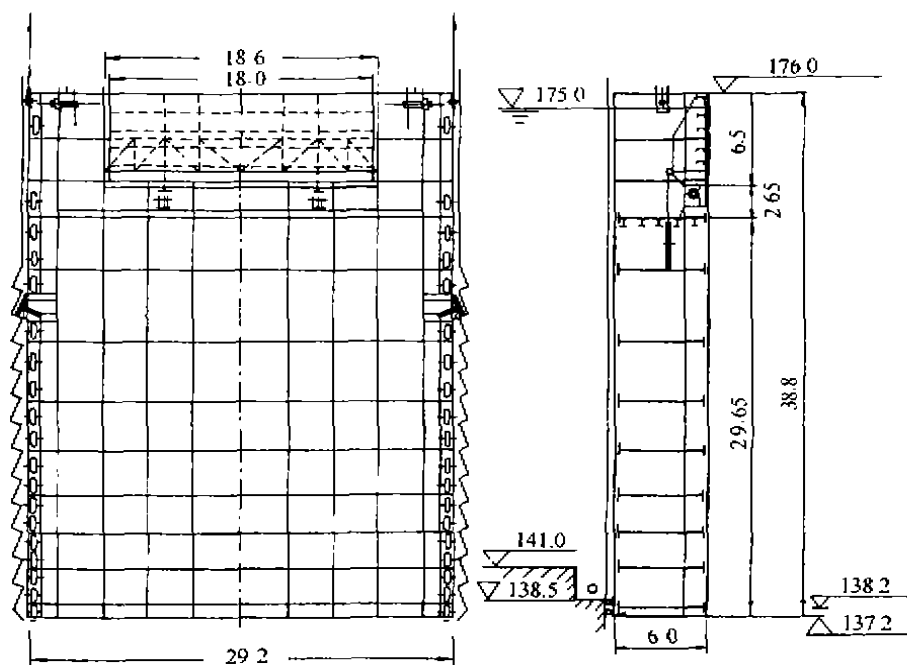


图1 上闸首工作门布置简图(单位:m)

设备,除配备1400t平衡重外,需选用一台卷扬式平面闸门启闭机QPQ2×600t,双吊点,单独驱动,吊点中心距为23.6m,工作扬程为30m.按门槽顶高程180.0m计算,检修扬程需另加44m,则总扬程达74m,工作桥桥面高程需达到225m,比升船机塔柱房顶高程228m低3.0m.

1.3 平衡重系统和锁定装置的布置

为减小工作闸门重型启闭机的提升力,在闸门顶部布置1400t的平衡重吊点.在4.5m宽的三室箱形边梁的外腹板上,布置8个吊点,吊点间距为0.6m,每块平衡重所需重量为 $1400/16=87.5$ t,平衡重的滑轮组布置在工作桥塔式桥台顶层楼面高程为218.4m处,定滑轮直径选用4m.

工作闸门的锁定装置可按启闭机容量12200kN设计,用它来取代启闭机的提升力,以免启闭机长期处于掣动状态.也可按门重的1.1倍设计,作为门叶和启闭机检修、闸室放空、平衡重落地时闸门的支承.锁定形式采用撑腿式,用铰接油缸操纵撑开或收回的动作,并在门槽内埋设齿形台阶(图1).

1.4 正、反向支承的布置

按照工作大门为带水及有压升降的要求,正向支承必须采用轮式支承.根据设计要求,轮压最大限值为4000kN,整个工作大门上所受的总水平水压力约为13万kN.考虑到在工作大门上部12m范围内,按构造要求需布置8只主轮(每边4只),共计承担水平水压力为13824kN,其余各轮尚需承担116183kN的静水压力,故还需增设30只主轮,每侧边梁上安装15只,则整个工作大门共计布置38只

主轮.为了不致增大门槽宽度和承船厢厢头悬伸长度,可采用配置有滚柱轴承和偏心轴的双曲率定轮,而不宜采用高度较大的双铰台车.反向和侧向导承选用滑块形式.

1.5 止水密封布置

下沉式大跨度工作闸门的止水选型非常关键,特别是要求带水有压升降,止水的预压缩量既要适应大跨度闸门的挠曲变形,防止漏水,又要在闸门升降时减小橡皮磨损,这是本方案的一个技术难点.布置两道侧止水和底止水,其中内止水选用充压变形止水^[1],可以适应闸门挠曲变形,达到密不漏水,且在闸门升降时,止水可以卸压缩回,以减小内止水的磨损.外止水选用带弹簧钢片的P型橡皮,以适应闸门底主梁的变形.底止水埋件选用带肋的厚度为20mm的不锈钢复合钢板,其中,不锈钢面层厚4mm,16Mn钢基底厚16mm,其平面尺寸为 $31\text{m}\times 21\text{m}=651\text{m}^2$.

在三峡升船机上闸首总体布置的基础上,对上闸首下沉式工作闸门进行了结构布置和结构设计,限于篇幅,这里不再详细介绍.

2 下沉式工作闸门方案存在的主要技术问题

根据本文对三峡升船机上闸首下沉式工作闸门方案所做的研究分析,该下沉式工作闸门方案还存在下列一些技术难点,设计部门在三峡升船机上闸首设备布置设计及方案比选时,需做进一步研究论证.

2.1 止水选型及存在的问题

对于要求带水有压升降的下沉式工作大门,如

何减小止水橡皮的磨损及防止大量漏水是闸门止水选型的关键,对于前述的止水布置,还存在下列一些问题,需要进一步探讨:

a. 升降闸门时易漏水,外止水 P 形橡皮的预压缩量能否适应大门的挠曲变形问题.经计算,工作大门主梁的跨中挠度为 $w = 23.3 \text{ mm}$,显然仅靠 P 形橡皮的预压缩是不够的.本文采用了附加弹簧钢片的方法,但效果如何,尚待实践检验.

b. 外止水 P 形橡皮易磨损,检修更换周期短,停航时间长.

c. 若止水发生事故而损坏时,将大量射水,会影响升船机承船厢的安全运行.

d. 底止水不锈钢复合钢板埋件面积大 (651 m^2),难于保证安装平整度.

2.2 工作大门启闭机存在的问题

a. 启闭机容量大 (QPQ $2 \times 600 \text{ t}$ 启闭机),扬程也特别大 (总扬程达 74 m),即使配置专门的排绳机构,也不能确保双吊点同步.

b. 动滑轮组的钢丝绳多而长,悬挂在露天易腐蚀,维护费用高.

c. 为改善重型启闭机的维护和检修条件,在工作桥上还需另建机房和检修吊车,工作桥的高度和造价将进一步增加,工作桥机房顶高程将达到

234.0 m ,比升船机塔架机房顶高程 228.0 m 还要高出 6 m .

2.3 轮式支承存在的问题

a. 支承滚轮数目很多,每边受力不均,轮压不均匀系数如何合理确定,还需进一步论证.

b. 滚轮维修工作量比滑动式支承大很多,检修更换条件差.

c. 多滚轮一般采用偏心轴调整各滚轮踏面至同一平面,但在多室边梁密封的条件下,对偏心轴的转动操作有困难.

除以上技术问题外,还存在工作大门检修工作量大,停航时间长等问题.

3 结 语

针对三峡升船机仅用于后期永久通航而上游水位变幅已减小的实际情况,本文对三峡升船机上闸首工作闸门按整扇下沉式平面闸门布置方案进行了研究,同时也指出了本方案存在的技术难点,可供设计部门对三峡升船机上闸首设备布置方案比选时参考.

参考文献

- 1 华东水利学院编.水闸设计.上海:上海科学技术出版社,1985

(收稿日期:1998-10-20 编辑:张志琴)

·简讯·

利用充气坝防洪

充气坝是一种锚固的混凝土基座和支墩上的长条圆柱形的活动结构物.1950 年洛杉矶水电部门最先研制成功了合成橡胶坝,这种坝用 3 mm 的橡胶制成,当橡胶受到磨损后,橡胶坝便会遭到破坏.新研制的充气坝采用了新材料,具有较高的强度和良好的耐久性,并具有抵抗阳光和臭氧破坏能力,它还设计有锚固系统.据制造商称,这种坝至少能使用 30 年以上.

这种新型的充气坝易于安装,维护工作量小,不会产生腐蚀,不需涂覆护层,并能在非常严酷的条件下使用.这种坝采用与控制系统相连接的空压机充气,且可在 $1 \sim 2 \text{ h}$ 内充气或放气.在某些情况下还可充水或气—水混合物使用.有些坝用两个夹杆与基底相连,一个设在上游,另一个设在下游.但也有一些坝只在上游侧用一个夹杆进行锚固.

充气坝可用来增加现有坝或溢洪道的高度.制造商指出,这些坝还可以用来防洪,在这种情况下进行临时放气使大量洪水通过坝顶下泄,防止上游受淹.目前,充气坝可以代替河道堤防,不需要时可以放气叠置在岸上,也可当作溢洪道闸门使用.

目前全世界约有 600 多座橡胶坝,其中美国有 50 多座,这些坝的高度一般低于 4.88 m ,最长约 122 m .橡胶厚度为 $1 \sim 2.54 \text{ cm}$,用乙烯丙烯二烯单体与橡胶复合而成,并用 2~5 层尼龙增强.另有一种用氯丁橡胶及 2~3 层尼龙组成,厚 $0.4 \sim 1.6 \text{ cm}$.1989 年在加州弗里蒙特市阿拉梅达河上筑起的一座 4 m 高、 91 m 长的橡胶坝,耗资 320 万美元.

利用与锚固坝相同的方法,将充气或充水管放在地面上也可抵挡洪水,但费用却要低得多,当洪水来临时可以迅速充气使用.充气管可重复使用,不用时可卷起来贮藏在一个很小的空间内.有像砂袋那样还需进行处置.这种便携式充气管适合于抵挡 1.5 m 或稍低一些高度的水体,同时可以把它们连接成一条很长的挡水建筑物.

(摘自 1998 年 9 月 5 日《水信息》)