



第二十六讲:

泵站建筑物老化病害及其除险加固

主讲人:陈 坚

一 泵站建筑物老化病害综述

泵站枢纽由许多建筑物组成,常见的泵站建筑物分为进水建筑物、泵房和出水建筑物等。其中泵房用来安装水泵主机组、辅助设备、电气设备及其他设备,是泵站中最重要的建筑物;进水建筑物一般有前池、进水池、进水流道或吸水管等;出水建筑物有出水流道或出水管路、压力水箱及穿堤建筑物、出水池和出水渠等。

建筑物的老化病害是指建筑物或设备在正常运行情况下,由于物质磨损和自然侵蚀致使功能逐步丧失的过程。“病害”广义上的理解不仅包括“老化”(与时间的流逝有关)所反映的特征,而且也包括其他所有不利于正常工作的异常现象。建筑物或设备在运行过程中表现出来的这些缺陷(包括内伤和外伤,通常与其设计状况比)应得到及时处理,否则会影响使用寿命。

泵站建筑物老化病害主要表现在:建筑物整体稳定性不足,地基不均匀沉降,混凝土构件断裂、失稳和变形以及建筑物裂缝和渗漏等。

二 地基的防渗透与加固处理

1.地基渗透破坏的类型

同其他建筑物一样,渗透破坏对泵站的安全影响很大,特别是建于粉砂土地基上的泵站,由于防渗设计不当、施工质量不好或规划数据改变,致使发生渗透破坏的现象时有发生。从渗透破坏发生的机理看,分为流土、管涌、接触冲刷、接触流土等四种破坏,但对黏性土只有流土、接触冲刷或接触流土三种破坏形式,不可能产生管涌破坏。

2.防渗处理的设计与施工

(1) 抗渗设计的基本原理

渗透破坏的除险加固应从两方面着手:一方面提高泵站堤身和堤基抵抗渗透破坏的能力,如提高填土密度、消除堤身堤基隐患、放缓边坡等措施;另一方面降低渗流的破坏能力,即降低渗流出口比降和堤身的浸润线,这应遵循“前堵后排、反滤料保护渗流出口”的渗流控制原则,并根据工程地质条件、出险情况和泵站所处堤段的重要程度选择合理的渗流控制措施。“前堵”就是在泵站出水侧采取

防(截)渗措施,如设防渗铺盖、布置防渗斜墙等;“后排”即在泵站进水侧采取导渗和排水减压措施,如在进水池底板适当位置设反滤层、在堤后式泵房后墙设排水减压沟、减压井等。泵站渗透破坏的加固应根据现有泵房的基础,结合进出水池的修补或重建,重新复核并布置地下轮廓线。应考虑防参与导渗相结合在泵房的出水侧布置防渗设施,在进水侧布置排水设施。防渗排水布置应按《泵站设计规范》(GB/T 50265—97)中的有关规定执行。

(2) 泵房防渗长度的校核及地下轮廓线设计

泵房地下轮廓线是指进水池、泵房、出水池等不透水结构的垂直横断面与地基接触线。在泵房进、出水池水位差 ΔH 的作用下,泵房地基内将产生渗流,并从进水池反滤层中的排水孔逸出,泵房地下轮廓线即为渗流的第一根流线,其长度称为泵房的防渗长度。泵房的防渗长度计算可用改进阻力系数法计算,计算出的防渗长度必须小于地下轮廓线长度。

所谓地下轮廓布置,是根据设计要求和地基特性,并参照已建工程的实践经验确定泵站基础防渗的轮廓形状和尺寸。对于更新改造泵站,由于泵房基础不能改变,这里的地下轮廓布置只能根据现有泵站的实际情况,结合进、出水池的修复与重建进行,布置的总原则是防参与导渗的结合,即在泵房的出水侧布置防渗设备,用来延长渗径、减小底板渗透压力,降低泵房基础内平均渗透坡降;在泵房的进水侧布置排水和反滤层,使进入地基的渗流尽快地排出,以减小渗透压力和防止发生渗透变形。

不同土壤特性的地基,地下轮廓的布置方法不同:

①黏性土地基。防渗布置主要考虑降低渗透压力,增加泵房的抗滑稳定性。可将排水设施延伸到泵房的底板下,同时为防止打桩造成黏土的天然结构遭受破坏,黏土地基一般只设水平铺盖而不用板桩。

②砂性土地基。易产生管涌,防渗布置主要是考虑防止产生渗透变形。当砂层较厚时,可采用铺盖与板桩结合的布置形式,排水设施布置在泵站的进水池内,必要时还可在铺盖始端增设短板桩以延长渗径。如砂层较薄(4~5m以内),下面有相对不透水层时,可用板桩将砂层切断。对于粉砂地基,为了防止地基液化,通常采

用封闭式布置,即用板桩将泵房四周围护起来,板桩长度应超过粉砂地基的液化深度。

③特殊地基。在弱透水的地基下有透水层特别是当该层含有承压水时,应设置穿过弱透水层的垂直排水以便将承压水引出,防止进水侧土层被承压水顶起而发生流土。当地基为不同性质的冲积层而水平向的渗透性大于垂直向的渗透性时,应布置垂直排水以降低层间渗透压力。

3.地基的加固处理

(1) 泵房的不均匀沉降及处理

当泵站基础出现不均匀沉降时,首先应探明地基的地质情况。对基础承载力不足出现不均匀沉降的泵房,在基础处理前应结合沉降观测资料,判断沉降是否稳定。对沉降未稳定的基础处理应根据已探明的地质情况,采取相应的地基处理方法;沉降已接近稳定的基础处理,一般是处理底板与边墙的裂缝或加厚底板等。

对于湿陷性黄土地基、膨胀土地基等特殊地基,应按有关规范要求,慎重选择处理方法。应明确振冲法、高压喷射灌浆法、强夯法、钻孔灌注桩法、沉井法、射水地下成墙法等各地基处理方法的特点和适用范围,因地制宜地选用地基处理方法。

(2) 泵房的倾斜与纠偏

由于泵房长时间浸泡在涝水或渍水中,地基产生湿陷;或由于泵房地基流土管涌遭受渗透变形等原因,都可能导致泵房倾斜或失稳。泵房倾斜有以下三种基本形态:

①单侧倾斜(纵向或横向一侧存在倾斜)。②双侧倾斜(纵向和横向两侧都存在倾斜)。③扭曲(除了双侧倾斜外,还因地基不均匀沉降,局部产生纵向位移)。

泵房倾斜引起的直接后果是机组轴线不垂直,影响主机组的正常运行或闸门槽变形,闸门卡死,启闭困难。因此泵房更新改造时需要进行纠偏处理。泵房纠偏是一项技术难度较高、风险较大的非常规处理技术,纠偏能否成功首先在于根据倾斜泵房的具体情况、土质条件和形成原因等选择合适的纠偏方法。目前在房屋建筑中已经使用过的纠偏处理方法大致可归纳为:①基土促沉法;②基土加固法;③结构物顶升法;④结构物基础减压和刚度加强法;⑤综合法,即根据需要同时或先后采用几种纠偏方法。

三 建筑物裂缝处理

1.建筑物裂缝的修补

建筑物裂缝在大中型泵站中普遍存在,且多出现在泵站流道、电机大梁、挡水墙等关键部位。混凝土开裂从一定程度上破坏了结构的整体性,导致钢筋锈蚀,降低了承载力,影响结构使用寿命。对于泵站更新改造,水工部分不可能作大的变动,也不太可能拆除重建,为了恢复其功能和完整性,延长使用寿命,就必须对混凝土

裂缝进行修补。具体方法包括:

①表面修补法。适用于承载力对裂缝无影响或稳定的表面裂缝处理。表面一般可涂抹水泥砂浆、丙乳砂浆、环氧砂浆等。

②充填法。适用于独立的、宽度较大的裂缝处理。一般施工步骤为:凿嵌缝—施工前检查—清理接缝—设置密封衬垫材料—粘贴遮挡布—涂刷基层涂料—嵌入充填材料—遮挡条的摘除—养护—罩面保护。

③灌浆法。适合于对结构整体性有影响及有防水、防渗要求的深层裂缝及内部缺陷的修补。灌浆法一般分化学灌浆和水泥灌浆两类。其施工步骤为:钻孔埋管—嵌缝止浆—压水(或压气)检查—灌浆。

④锚固法。当开裂部位的配筋量不足、混凝土构件抗弯强度不够时,可用此法。施工步骤为:跨裂缝打斜孔—孔内注入高强浆液—孔内伸入锚固筋—对裂缝进行灌浆处理。

⑤粘钢法。是用建筑胶黏剂将钢板或钢带粘贴在构件表面的一种加固方法。粘钢法与锚固法都适用于混凝土承受荷载能力不足的结构修补,但粘钢法主要用于梁柱裂缝的修补,而锚固法主要用于底板裂缝的修补。

⑥粘贴纤维布法。这种方法既能起到防渗补强的作用,又能解决粘钢(输水洞)施工难的问题,作用与粘钢的原理相同,其好处是不会减小过水断面,而且糙率低,并且已有成功的经验。

⑦加大截面法。就是在原混凝土构件的外面包裹一定厚度的混凝土或钢筋混凝土,以提高其强度和刚度的修补方法。一般只有在用粘钢法和锚固法不具备施工条件时才考虑用加大截面法。

同时,裂缝修补时间的选取也要合适:对稳定不再发展的静止裂缝,可依裂缝粗细选择修补材料和方法及时修补;对时张时闭的活动裂缝应先消除其成因并观察一段时间,确认其进入稳定状态后,再使用具有弹性和柔韧性的材料进行修补;对尚在发展的裂缝应待其停止发展后再进行修补或加固。

2.底板裂缝的处理

底板若出现裂缝,要检查裂缝的位置、长度、宽度、裂缝出现的时间和稳定的情况,裂缝有无渗水,渗出水是清水还是浑水等,据以分析裂缝的原因和危害性,进而研究修补方法。

若裂缝在施工期间产生,底板还处于干燥状态,面上污垢杂质较少,这时处理比较容易;若裂缝在使用期间发现,则需修筑围堰,把基坑水排干后再进行施工。

底板裂缝修补的方法通常有如下几种:

①纤维布粘贴法。如裂缝较小、缝宽在0.5~3mm之内、长度尚未贯穿底板全宽且无渗漏水,可采用粘贴法修补。

②灌浆嵌缝法。若裂缝较大、缝深已贯穿底板,缝

长呈通缝且缝宽在 5 mm 以上有渗水现象, 应先灌浆后用沥青水泥砂浆和水泥砂浆堵塞缝口。

③面层加厚法。由于钢筋下沉或面层布筋不足引起的底板面层裂缝, 往往条数较多, 走向不定, 危害较大, 对这种裂缝, 常用面层加厚法进行处理。

④氰凝堵漏剂灌浆。由于氰凝遇水即反应凝固, 生成不溶于水的凝固物, 故适用于建筑物裂缝的堵漏, 或用于表面涂抹止漏, 同时也适用于地基土壤加固、水管快速修堵、桩尖加固等。

四 建筑物渗漏处理

1. 混凝土渗漏处理

混凝土渗漏的原因是多方面的, 普通混凝土因本身存在气孔和气隙, 在水压力作用下具有一定的渗透性, 如在设计和施工中存在缺陷, 或在运行中遭受意外破坏作用, 都会导致建筑物混凝土发生渗漏。渗漏处理的基本原则是“上截下排”, “以截为主, 以排为辅”, 在制定处理措施时, 应根据渗漏的部位、危害性, 以及修补条件等实际情况而定。

对于墙身的渗漏处理, 主要措施是在上游面封堵。在迎水面堵截可直接阻止渗漏, 可以防止墙身混凝土侵蚀, 降低渗透压力, 有利于墙身稳定。对迎面封堵有困难, 而且渗漏水在建筑物体内不影响结构稳定的, 如涵洞、压力水箱等, 也可以在背水面截堵, 以减少或消除漏水, 改善工程运行条件。

对于底部基础渗漏的处理, 以截为主, 以排为辅。排水虽可降低基础扬压力, 但会增加渗漏量, 甚至引起渗透变形, 故需慎重考虑。

混凝土渗漏的处理措施, 主要有以下几种:

①快凝水泥封堵。沿漏水裂缝在混凝土表面凿成“V”形槽, 并在裂缝渗漏集中部位埋设引水管。然后用旧棉絮沿裂缝填塞, 使漏水集中从引水管排出, 再用快凝水泥砂浆或防水快凝水泥砂浆迅速回填封闭槽口, 最后用木塞将引水管封堵。

②环氧胶粘贴橡皮处理。先沿裂缝凿出宽 4 cm、深 2 cm 的槽口, 冲洗干净并烘干后在槽内涂一层环氧基液, 随即用环氧水泥砂浆抹平, 待表面凝固后, 洒水养护 3 天。

③水泥灌浆处理。此法适用于直径较大的涵洞洞身的一般性裂缝止水。在水泥灌浆前, 先沿洞壁裂缝处钻孔, 孔深以不打穿洞壁为限, 按梅花形布置, 用水泥浆灌满, 再用木塞封堵孔口, 待浆液已终凝, 尚要沿裂缝重新凿槽, 用高标号水泥或环氧砂浆封堵即可。

④化学灌浆处理。先凿槽嵌堵裂缝, 再沿裂缝粘贴灌浆管嘴进行灌浆。灌浆 1~2 天后, 将管嘴拔下, 并用环氧水泥浆填平压实, 最后沿整个封闭带均匀涂刷一层环氧基液即可。

2. 止水缝、伸缩缝渗漏处理

在伸缩缝内补灌沥青, 缝口用橡皮压带护盖。对重要

的水平止水部位, 处理时可先淘出原缝中的老化沥青或淤泥, 补灌沥青后, 再在混凝土面层凿槽, 补埋水平止水。

3. 基础渗漏处理

上游增加铺盖长度或进行帷幕灌浆, 下游加做反滤器排水层, 以增加渗径长度, 减少渗透压力, 降低基础渗透坡降。

4. 涵洞漏水处理

直径较大的涵洞, 人可以进入者, 可采用水泥砂浆涂抹法修补, 也可采用环氧水泥砂浆涂抹法修补。方形涵洞如果顶板断裂, 可在洞内用钢柱临时支撑。

若洞径小而人不能入内修补时, 只能将堤身挖开, 清除破碎涵管, 换上新管, 做好接头, 然后复堤。

5. 闸门漏水处理

有止水橡皮的闸门, 可用垫高、降低或移动闸门止水橡皮的办法来凑合岸墙止水面, 以达到接触严密不漏水的要求。修理时, 先将闸门关上, 并在上游侧用撑杆撑住闸门, 使其与岸墙止水面紧密接触, 再用手电作透光检查。凡有光线透过的漏水处, 均用塞尺测出缝隙宽度, 并记录在闸门上。然后松动止水橡皮的联结螺丝, 垫高、降低或移动橡皮, 使之与岸墙止水面紧密接触。

五 对建筑物结构损伤的加固处理

建筑物结构损伤首先应通过调查诊断, 确诊后尚未构成危害的应采取对策予以防护, 已构成危害但可以恢复的应及时进行加固。

针对泵站建筑物最常见的几种主要损坏形式及存在问题, 更新改造中可采取的方法和措施有:

①应根据泵站更新改造设备的布置要求, 依据标准重新核定泵房的尺寸。对空间不足或对设备布置有困难的, 应优先考虑增设副厂房, 并满足消防、散热、通风和采光等要求。

②对墙体的加固。泵房墙体破坏较多的是开裂和歪闪, 加固前应分清哪些是承重墙, 哪些是非承重墙。加固的方法有砖补缝、钢筋拉固、增加附壁柱和扶壁垛等。

③对楼盖或屋盖的加固。如预制板被拉开、破损等, 在清理干净后可用水泥砂浆重新填实、配筋加厚的办法。对损坏严重的楼盖、屋盖, 可根据损坏情况处理, 必要时应拆除重建。

④泵房抗震加固。这类加固需在调查检测、计算分析的基础上, 对产生多种受力、变形裂缝的混凝土构件提出有针对性的加固施工方案及合理的施工流程, 包括可能采用的锚杆静压桩托换地基加固、钻孔取土迫降纠倾、砌体配筋水泥砂浆面层加固、砌块混凝土灌芯加固, 以及外贴式构造柱的施工方法及主要技术措施。 ■

主讲人简介: 陈坚(1950—), 武汉大学教授, 机电排灌研究所所长。

责任编辑 李建章