

# 耐久性设计在电厂水工结构工程中的应用探讨

程先鹏 李开春  
长江重庆航道工程局 重庆 400011

**摘要:** 在结构工程中,耐久性至关重要。结构耐久性牵一发而动全身,与工程安全问题、经济效益等方面紧密相关,所以结构耐久性设计也成为工程中的重点。具体设计过程中的实际问题出现在“设计规范不完善、设计过程不重视、施工存在难度”三个方面,只有建立完善的耐久性设计体系,从这三个方面把控设计全流程,才能真正实现工程耐久质量的突破。基于此,下文对耐久性设计在电厂水工结构工程中的应用作了具体研究。

**关键词:** 耐久性设计;设计体系;抗渗措施;水工结构;应用

## Discussion on the application of durability design in hydraulic structure engineering of power plant

Xianpeng Cheng Kaichun Li  
Yangtze River Chongqing Waterway Engineering Bureau Chongqing 400011

**Abstract:** Durability is of paramount importance in structural engineering. The durability of a structure is closely related to issues such as engineering safety and economic benefits, and therefore, durability design has become a focal point in engineering. The actual problems encountered in the specific design process are often related to "incomplete design standards, insufficient attention to the design process, and difficulties in construction." Only by establishing a comprehensive durability design system and controlling the entire design process from these three aspects can breakthroughs be achieved in the durability quality of engineering projects. Based on this, this paper conducts specific research on the application of durability design in hydraulic structures of power plant engineering.

**Keywords:** Durability design; Design system; Anti-seepage measures; Hydraulic structure; application

### 前言

在结构工程中,耐久性至关重要。特别是在电厂水工结构工程中,在分析好应用环境、维修要求、应用条件后,确定结构构件在应用期限内具有比较高的适用性以及安全耐久性[1],就成为影响结构的使用年限并与安全问题息息相关的角色。同时,为了达到结构正常使用而进行的维修、加固等活动也可能造成社会财力损耗。结构耐久性牵一发而动全身,与工程安全问题、经济效益等方面紧密相关,所以结构耐久性设计也成为工程中的重点。

### 一、结构耐久性设计问题

事实上在耐久性设计过程中,仍然存在很多问题,主要出现在三个重要层面:

#### 1.1 设计规范不健全

现在工程局一般会参照《火力发电厂设计规范》、《给水排水工程构筑物结构设计规范》、《混凝土结构耐久性设计规范》等要求为开展电厂水工结构耐久性设计提供转移指导依据。尽管这些规定要求已经被视为电厂水工结构的参考依据,但是由于其并未足够重视耐久性设计,未将“结构耐久性要求设计为完成的规范条例,仅仅规定了材料的极限状

态验算要求、基本构造规定要求。同时,规范之间对于重要定义的类别划分也不相同,例如在这些规范要求中已经明确界定了环境类别,但是这些规章制度中对于混凝土材料的耐久性要求存在一定差异性,导致设计人员在参照规范要求展开设计工作的时候出现不便之处,并未对对混凝土结构耐久性设计的影响因素展开全面分析,难以顺利达到定量设计要求。<sup>[2]</sup>

#### 1.2 设计过程不重视

在耐久性设计未引起广泛关注的情况下,行业内存在设计意识不足的问题,一些设计人员并未将结构强度计算工作视为主要设计内容,不够重视结构耐久性的重要意义,并未结合工程需要采取行之有效的措施提升混凝土材料耐久性能。例如:在水工结构工程中在耐久性方面存在的问题比较多,主要是由于钢筋混凝土的保护层相对比较薄造成结构密实度比较差的问题,导致很多工程在刚刚完建不久即出现混凝土开裂问题、钢筋锈蚀问题,一旦混凝土已经产生顺筋开裂问题、剥落问题,需要进行大修大补。电厂水工结构工程的发展时间相对较短,我国从上个世纪50年代才开始大规模建设电厂,在火电设计方面的起步时间相对较晚,需要按照水利水电领域的结构设计标准要求开展施工作业,在结

构设计方面采取抗渗措施、抗冻措施,使得工程在抗渗抗冻性能方面存在质量问题。经过调查可以发现,很多水工建筑物出现混凝土保护层脱落问题、钢筋锈蚀现象,甚至会由于电厂冷却塔出现耐久性受到严重破坏造成停工停产的不良问题,应该在使用加固处理措施方能确保电厂水工结构工程处于正常状态。例如:北方地区在2008年建设的冷却塔,由于当时施工单位不够重视环境因素对混凝土材料产生的冻融影响,并未及时对混凝土施工位置采取抗冻措施、抗渗措施,导致冷却塔在运行时间达到半年的时候产生严重冻融问题、化学侵蚀问题,此时混凝土施工面容易产生胀裂问题、结构输送现象、钢筋外露问题,工程会由于并未使用加固措施将会产生比较大的经济损失。

此外,在具体设计过程中,也没有做到因地制宜的设计。不同工程所处的土质不同、温度湿度不同,都会导致结构设计中抗冻、抗渗措施的变化。

### 1.3 施工存在难度

电厂水工结构工程中需要使用的混凝土材料相对比较多,在水塔、雨污水池以及消防水池中应用混凝土材料的时候,应该重点加强防水处理,由于池体结构相对比较复杂,抗渗透混凝土施工质量相对比较重要。

首先,地基对于工程耐久性产生的影响比较大,若是产生不均匀沉降问题,电厂水工结构工程会出现裂缝问题,导致地基产生不均匀沉降问题的主要原因在于地基承载力存在的差异性比较大、土方开挖环节对地基土造成了扰动影响。沉降裂缝主要包括深入裂缝或者是贯穿性裂缝,裂缝走向情况和地基沉降情况具有直接关系,在沉降问题越来越严重的情况下,裂缝会随之增大,此时沉降裂缝可能会产生错位问题,由于裂缝宽度和地基沉降量呈现出正比例关系,在地基变形情况趋于稳定状态以后,沉降裂缝也会渐渐稳定。

其次,在水工结构工程中,需要尽可能防止产生垂直施工缝,预留一些水工施工缝,避免施工缝预留量过多、预留位置选择不当影响水工结构工程防水性能。如果在预留施工缝的时候,出现处理不当问题,施工缝内存在并未清理干净的杂物,上层混凝土和下层混凝土结合位置存在密实度不足的问题,将会导致混凝土结构在后续使用过程中出现多种问题。如果电厂水工结构面积相对比较大,在地基压缩性能方面和预期设计指标存在明显差异,并未设计后浇带、后浇带规划设计缺乏合理性、后浇带质量不满足规定要求、后浇带施工位置混凝土材料出现应用不当的问题,将会对整个电厂水工结构工程的抗渗效果产生不利影响。

## 二、耐久性设计体系的建立

综上,可以看出耐久性设计问题的出现包含:前期规范不完善,中期设计不重视和后期施工上存在难度。在这样一个设计全流程中,问题的出现在方方面面。于是,耐久性设计体系的建立对耐久性而言至关重要。耐久性设计体系应当包含设计阶段具备完善、统一且具有针对性的规范,中期设计手段的强化和重视,以及后期规范的施工。

### 2.1 规范中对混凝土设计和环境类别的完善

根据《建筑结构可靠度设计统一标准》(CB50068-2001) 1.0.5条规定确定混凝土结构的设计使用年限,普通房屋以及构筑物设定的应用年限一般是50年,纪念性建筑以及重要建筑应用年限为100年,《工程结构可靠性设计统一标准》已经明确规定了房屋建筑工程、港口工程设计时的应用年限,但是尚未明确界定电厂水工结构的应用年限,因此工程局可以建议有关部门在规范标准中添加电厂水工结构工程混凝土结构的应用年限。

其次,电厂水工结构工程的建设目的在于方便取水、储水等,工程结构构件容易受到接触水体产生的腐蚀影响,甚至会受到外界腐蚀环境产生的干扰,因此有关部门应该相关规范要求中将环境类别进行统一,避免设计人员的迷茫。

在电厂水工结构耐久性设计中,还应注意同一种结构构件可能受多种环境类别的影响。例如,北方地区海水冷却塔的淋水构架不仅受冻融环境的影响,还考虑除冰盐等其他氯化物环境和化学腐蚀环境的影响。

### 2.2 设计中增强针对耐久性的专业配合

在电厂水处理工程设计过程中可能会产生脱节问题,一般情况下,相关工作人员只会提供构筑物尺寸规格、高程值,不会提供接触水质的腐蚀状况,主要是由于在设计中不够重视结构耐久性设计,使得处在化学腐蚀环境中的混凝土并未按照腐蚀环境施工进行耐久性设计,为电厂水工构筑物后续使用留下了隐患问题。因此相关工作人员在展开工程设计工作的时候,应该增加针对耐久性设计的专业配合,充分考虑脱硫系统排水情况、锅炉酸洗排水情况、化学水处理装置的排水情况,尽量避免这些隐患对水工结构的后期使用将造成重要影响。

除此以外,在规划设计电厂水工构筑物的时候,应该结合结构外部环境、上部环境、下部环境的特点,分别开展耐久性设计,在土壤以及地下水存在腐蚀性的时候,应该按照腐蚀环境类别规范开展耐久性水。

### 2.3 施工中提高抗渗措施

首先, 在施工过程中, 应该尽量消除对地基产生的不利影响, 经过地质勘探工作可以基本确定工程地基的承载能力以及均匀性, 若是在建设电厂水工构筑物的时候运用天然地基, 应该加强对开挖质量的控制, 将机械开挖处理时的基底设计为20-30厘米, 然后人工开展清底操作, 避免超挖处理对地基产生一定的扰动影响, 防止地基受到水体浸泡影响、冻胀影响。在雨季开展电厂水工结构施工的时候, 应该提前准备一些排水设施, 避免出现泡槽问题, 在冬季进行施工之前, 应当实现准备一些保温材料以及覆盖材料, 如果建筑物基础地面横跨两个或多个工程地质单元的时候会形成不均匀地基。此时应该按照设计方案展开防渗处理, 结合工程建设需要, 规范开展换填处理操作, 从夯实法以及化学加固法、深层挤密法展开防渗处理, 保证地基在完成加固处理以后符合强度要求、变形要求。

其次, 工程管理人员应该重点提高对施工缝处理工作、后浇带预留位置的重视程度, 尽量不要在剪力最大位置、墙板侧墙交接位置设计水平施工缝, 保证顶板位置、池壁位置同时开展浇筑操作, 一般不会设计垂直施工缝。在预留施工缝的时候, 应按照止水带设计要求开展埋设处理, 然后止水条在遇水时会产生膨胀问题, 此时需要使用凹槽塞止水带方式, 将止水带直接嵌入到凹槽内部, 能够直接使用中置式止水带, 主要包括橡胶止水带以及钢板止水带。

在上层混凝土施工之前, 需要在施工缝位置对混凝土材料开展凿毛处理, 及时清理干净表面存在浮灰以及松动石子, 保证施工缝混凝土表层经过浇水处理以后能够进行湿润处理以后, 再对上部混凝土开展浇筑操作, 在浇筑处理的时候, 应当先在后接浆层进行浇筑处理, 然后保证接浆层、池体混凝土的砂浆配比方式明显高出或者等同原有配比。

在电厂水工结构工程中设计的混凝土后浇带主要包括两种, 第一种是沉降后浇带, 能够轻松解决水工结构存在的沉降差问题, 会导致不同荷载结构连接成为一个整体, 第二种, 伸缩后浇带, 能够降低温度因素、收缩因素对后浇带产生的不利影响, 防止水工结构施工位置出现有害裂缝。后浇

带预留位置需要和结构构件以及纵向受力钢筋处于垂直状态, 在水工结构构件的厚度比较大、高度比较大的时候, 需要使用一些专用材料进行封堵处理, 在保证施工便利性的基础上防止产生应力过于集中的问题。在电厂水工结构施工过程中, 需要在后浇带四周位置及时采取临时保护措施, 避免施工用水直接流入到后浇带中造成钢筋污染问题、垃圾堆积问题。在开展混凝土浇筑操作之前, 需要依照施工缝要求优化处理混凝土表面, 在清理干净后浇带表面存在的杂物后, 及时对钢筋材料开展除锈处理, 清理干净混凝土施工面。在后浇带混凝土中需要使用减少收缩技术, 及时使用添加了膨胀剂的收缩混凝土材料开展浇筑处理, 保证水工结构能够顺利形成连续性结构, 将混凝土养护时间设定为不低于28天的状态。为了避免后浇带在后续水工结构工程中出现变形问题, 应该尽量提升水工结构的抗渗性能, 防止在该位置产生贯通裂缝, 对于提高电厂水工结构整体性具有促进作用。

除此之外, 混凝土配合比和坍落度、浇筑和振捣以及养护等程序同样十分重要。通过加强对电厂水工结构的全过程质量控制, 可以为水工结构施工质量提高安全保障, 防止水工结构施工位置产生渗水问题、漏水问题影响结构耐久性。

### 三、结语: 耐久性设计体系应用

电厂中的水工结构耐久性设计, 需要通过规范、设计过程、施工全体系的建立才能实在得以充分应用。对于设计施工人员而言, 了解全过程体系, 做到明确混凝土设计规范和环境类别的选择、深化各专业配合、强化抗渗施工工艺, 才能真正贯彻耐久性设计, 保障水工结构的施工质量。

#### 参考文献:

- [1]GB/T50476-2008.混凝土结构耐久性设计规范[S].2008
- [2]张开军,鲁航线.耐久性设计在电厂水工结构工程中的应用探讨[J].城市道桥与防洪,2014(04):242-244+13-14.

通讯作者: 程先鹏, 1965.1, 汉、男, 籍贯: 重庆市云阳县, 单位: 长江重庆航道工程局, 职位: 质检负责人, 职称: 工程师, 学历大专: 邮编400011, 研究方向: 水工结构。