

浅析水工隧洞设计的常见问题

林芳

新疆水利水电勘测设计研究院

DOI:10.32629/hwr.v3i1.1809

[摘要] 现阶段,我国经济发展水平显著提高,穿山铁路和公路工程的数量及规模也有所上升。隧洞设计也成为了人们较为关注的问题。传统的水工隧洞设计方式会严重破坏周边的生态环境,因此,为了充分满足工程建设的要求,我们有必要认真分析水工隧洞设计中的常见问题。

[关键词] 水工隧洞; 设计方式; 常见问题

我国诸多的水利工程均分布于丘陵地区,工程需穿过山峦,对此必须科学设计水工隧道。在水利水电工程建设中,应充分结合水工建筑物的类型和布置要求完成隧洞设计,同时地下工程所面临的施工条件千差万别,因此在隧洞设计中应采用不同的设计方法,在设计和施工中做好地下水处理工作,只有这样,才能有效提高水工隧洞设计的质量。

1 水工隧洞设计方法

1.1 结构力学设计法

结构力学设计法主要是指,在对水工隧洞力学基础的原理有所认知的基础上,结合水工隧洞的水文和地质条件,建立力学分析模型的设计方式。该设计方式目标十分明确,且设计思路较为清晰。在传输水工隧道、施工水工隧道以及排沙水工隧道当中应用较为广泛,其也是确保水工隧洞施工技术科学性及合理性的主要方式,可显著提高工程的施工效率。

1.2 有限元分析设计法

有限元分析法主要是控制单一变量,从而仔细分析影响施工隧洞设计的主要因素,该设计方法的应用显著提高了隧洞设计的科学性与合理性。且其具有较强的适用性和实用性。在应用有限元分析设计法时,需仔细分析洞内的荷载情况,同时还应按照要求计算围堰和锚杆的荷载能力。以计算的结果为依据,对隧洞开挖的厚度和弹性抗压能力予以适度调整。该设计方式一般应用在施工方案较为清晰的隧洞施工中,按照设计的具体要求,采取有效措施提高施工的可控性和可行性。综上所述可以看出,如今有限元设计方式成为了隧洞设计的主要方式。

1.3 施工预期设计法

施工预期设计法通常是按照水工隧洞的施工方案完成设计工作,在工程施工前采取有效措施预测施工成本、施工工期,从而不断提高工程的施工质量和施工效率。在预测上述因素时,注意充分了解工程设计及布局的科学性及合理性。确定隧洞半径时,若工程施工周期较长,则应重视支洞和辅洞的设计和施工工作,最大限度的提高工程的综合效益。

1.4 功能反馈设计法

功能反馈设计法主要是合理应用先进的设计形式和完善的检测技术,对水工隧道的功能设计要求及方法予以调整,

在设计中应全面结合工程施工的实际情况,从而有效提高工程后期设计方案的科学性与合理性,防止工程施工中出现较为严重的质量或安全问题。而且在工程建设中也扩大了隧洞施工设计方案的选择范围,以此有效提高工程设计的效率。

2 水工隧洞线路选择

2.1 地质条件

在选择隧洞路线时,要选择岩体硬度较大,较为完整,同时地质构造复杂性较小的地区,最大限度的避开地质构造较为复杂且不利于工程施工的地区。尤其要规避渗水较为明显和严重的地段以及地下水位较高的地段,有效降低隧洞衬砌所要承受的压力。又因为洞线与软弱带走向、构造的断裂面和岩层之间有一个交角,且交角的度数较大。若为高地应力地区,则应确保洞线与最大的水平地应力方向保持一致,有效控制侧向围岩对隧洞所产生的压力,同时隧洞的厚度也应满足工程设计和建设的要求。若为有压隧洞,则需保证围岩厚度在洞径的三倍以上。

2.2 地形以及水流条件

洞线应保持平直,且其长度不宜过长。如受到地质和地形等因素的影响,则洞线必须要转弯,且注意低流速隧洞弯道的曲率半径、两端的弯道直线段长度均要大于1.5倍洞宽,同时其转弯处的转角在60°以内,并且在高流速隧洞弯道设计阶段需进行严格的试验。在选择隧洞施工线路时,注意充分结合工程的水流条件,隧洞进口的应力与水流应始终处于规定范围内,下游河道与出水口的连接也需满足设计的要求。为了降低冲刷的影响,土石坝下游坝角以及周围建筑务必保持适当的距离。

2.3 施工条件

选择水工隧洞线路时,要全面考虑施工场地布置以及施工出渣通道等问题。设置隧洞施工曲线时应按照转弯半径设计的要求完成弯曲半径的设计。若为长洞,则需考虑当地的地质条件和地形条件来布置竖井、斜洞以及施工支洞等,从而有效开展通风、出渣和进料等多个工作内容,完善工程施工条件,确保工程施工的如期完成。与此同时,在选择水工隧洞施工路线时,注意严格按照工程运行和布置等多个方面的规定和要求进行,避免对其他建筑物产生不良影响。

3 水工隧洞构造设计分析

水工隧洞构造设计中要做好两项工作,一个是水工及排水设计,另一个是结构分缝、分块设计。

3.1 水工及排水设计

若在工程设计中,对无压洞衬砌没有提出十分严格的防渗要求,在环向施工缝设计中可不设置止水设施。若在设计中提出了较为详细的防渗要求或对有压隧洞进行构造设计时,则应设置止水带和止水铜片。在排水设计中,出口边坡、泄洪洞等位置需结合工程实际及工程设计的要求设置排水沟和排水渠,从而及时排出岸坡渗水和地面的积水。无压洞水面线以上的位置要参照实际做好排水孔的设计工作,从而有效排出山体的积水,保证排水的效果,降低水压。在出口的消能反弧段需科学设置排水设施,以强化反弧段的排水效果,有利于交通状况的巡查,为交通维护创造有利条件。

3.2 结构分缝、分块设计

泄洪隧洞洞身、出口消能工段以及进口段之间应设置伸缩缝。若洞身中有较大的软弱带和断层结构,则需按照要求设置伸缩缝。若地质条件较好,无不良地质要素,则可单独设置施工缝。若无压洞衬砌施工中并未提出严格的防渗要求,则环向施工缝的钢筋可不穿过缝面,且无需开展混凝土凿毛施工。若无压隧洞设计中提出了严格的防渗要求或对有压洞进行衬砌施工时,则需采取有效的施工措施对缝面进行凿毛处理。此外,钢筋也应穿过缝面。相邻两块混凝土在浇筑施工中间隔2周以上。顶拱浇筑施工中,高度重视反缝结构的设计,保证顶拱混凝土与边墙混凝土的有效结合。

4 水工隧洞的灌浆设计分析

4.1 固结灌浆设计

以结构设计原则和围岩处理的要求为基础,确定固结灌浆的洞段,同时确定关键参数。若洞段的围岩地质条件较为复杂,且存在特殊情况,则应采取固结灌浆技术。洞段固结灌浆施工中,每一排的孔数为6个以上,采取对称布置的方式,规定排距为3m,压力在0.5-1.0MPa,进口与出口位置的洞径范围内需采用固结灌浆施工方式,其压力为0.5-0.8MPa,排距为2-3m。灌浆的材料通常选择普通的硅酸盐水泥,水灰比控制在0.5:1-2:1之间。且严格控制灌浆的质量,在检测材料质量时可选择压力检测和声波检测相结合的方式。

4.2 灌浆孔深、间距控制

在全面的理论分析和精确的数值计算后发现,一般围岩

条件下,水工隧洞内压承载区通常为隧洞开挖半径的1-1.5倍,这一深度也是隧洞围岩灌浆施工中最具经济性的深度,所以要做好这一地区的灌浆施工,增强其力学性能和防渗性能,进而形成安全可靠的预压应力圈。另外,隧洞固结灌浆的深度应为隧洞半径的1-1.5倍。隧洞固结灌浆施工中,其排距通常为2-4m,高压隧洞通常为2-3m。水工隧洞需要承受内水压力,围岩的有效承载厚度在隧洞开挖半径的1.5倍左右。所以,若工程造价条件相同,则固结灌浆钻孔较短,且密度较大的经济性更佳。

4.3 回填灌浆设计

在隧洞衬砌施工结束后,方可开展回填灌浆施工。在工程施工中,施工的范围应在顶拱 90° - 120° 之间,施工中要将灌浆的压力控制在0.2-0.5MPa之间,孔和排距通常为4-6m,采用水灰比为0.6的水灰或水泥砂浆回填。材料中粉煤灰的产量应为水泥总量的0.5-1倍。在有压隧洞回填灌浆施工中,粉煤灰的品质必须满足一级和二级标准的基本要求。

5 水工隧洞布置

隧洞的进水口是隧洞的开端,其形态需顺应孔口的水流流态,有效避免负压问题和空蚀破坏问题。同时在工程设计中也应采取有效措施减少局部水头损失,增强工程泄洪的能力。隧洞进口通常设置为喇叭口形状。深式无压隧洞进水口通常在进口段的顶部设置倾斜压坡。在设计中,应在静水中开启检修门,从而有效控制启门力。并严格按照要求设置平压管。完成检修工作后,可在检修门开启前打开平压管阀,之后在门中间施加水都的压力,让两侧检修阀门水压处于平衡状态。

6 结束语

综上,水工隧洞的性能对水利工程运行的效果有着非常显著的影响。在水工隧洞设计工作中,设计人员必须结合多个因素,科学选择水工隧洞的施工线路,确定弹性抗力,并且还要加强对工程设计的细节把控,不断完善水工隧洞设计,最终为水利工程建设顺利进行奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]余国庆,卢增梅.小型水工隧洞设计中的几个工程地质问题[J].小水电,2015(3):64.
- [2]侯振伦.浅谈水工隧洞施工质量隐患及保证施工质量的建议[J].山西水利科技,2017(01):52.
- [3]吴琨.浅谈水工隧洞设计方法[J].珠江水运,2016(12):36.