

山区抽水蓄能电站上坝公路方案比选分析

宋世磊

(上海勘测设计研究院有限公司,上海市 200335)

摘要:随着国家“绿色低碳、节能减排”发展理念的提出,我国新能源行业迎来新的发展机遇。抽水蓄能电站作为经济、清洁的大规模储能方式,具有启停灵活、反应迅速、调峰填谷、调频调相、紧急事故备用等优势,受到国家大力支持。上坝公路作为连接大坝与外界的道路,是电站建设期、运维期不可缺少的关键组成部分。山区上坝公路方案的选择应从地质条件、线形指标、工程造价、施工工期、环境保护、施工与养护难度等多因素综合考虑,通过方案比选分析,选择更安全、更经济、更合理的路线方案,有利于快速推进抽水蓄能电站的发展,有利于国家实现“双碳”目标。

关键词:山区;上坝公路;抽水蓄能电站;方案比选

中图分类号: U412.36

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)12-0044-03

0 引言

近年来,抽水蓄能电站作为经济、清洁的大规模储能方式,具有启停灵活、反应迅速、调峰填谷、调频调相、紧急事故备用等优势,受到国家大力支持。上坝公路是电站建设前期的关键性先导工程,是大坝主体施工的主要通道,也是制约电站能否按时发电的重要因素。上坝公路的设计需要从地质条件、线形指标、工程造价、施工工期、环境保护、施工与养护难度等多因素综合考虑。

现以国内某抽水蓄能电站工程为例,对其水库上坝公路路线方案进行比选分析。经过多方案、多角度论证,选出最佳上坝公路设计方案。经济、合理的设计方案,能最大限度地保证工程建设经济效益和社会效益^[1]。

1 工程概况

该抽水蓄能电站上水库位于两山之间的沟谷之中,为一马鞍型的地形分水岭,沿沟谷南北两侧筑坝,东西两侧开挖扩容成库。正常蓄水位 1512.0 m,正常蓄水位以下库容 647 万 m³,死水位 1 476.00 m,死库容 16 万 m³,调节库容 630 万 m³。主要建筑物包括:主坝、副坝、全库盆防渗系统、环库道路。主坝、副坝均为沥青混凝土面板堆石坝,坝顶高程 1 509.00 m,

坝顶宽 8 m,其中主坝最大坝高约 111 m,坝顶长度 324 m,副坝最大坝高约 106 m,坝顶长度 370 m。库区防渗面积约 28.99 万 m²(含主坝、副坝面板)。

工程区处于上扬子准地台,近场内断裂构造主要为红砂坡断层和建始断层,不属于晚更新世以来活动的断层。第四系以来,工作区仍以大面积、间隙性升降运动为主,局部地区显示较强烈的断块差异运动,塑造出相应的地貌形态,并有为数不多的中强地震发生。工程场址区无区域性断裂通过。工程区内地质构造以褶皱为主,主要有一级褶皱官渡向斜和横石溪背斜,以及官渡向斜次级褶皱天井峡向斜、迟谷峡背斜和横石溪背斜次级褶皱庙湾背斜、明堂向斜。基本地震动峰值加速度为 40.9gal,相应地震基本烈度为Ⅵ度。另据《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2015),工程场地地震动峰值加速度为 0.05g,地震动反应谱特征周期为 0.35 s,地震基本烈度为Ⅵ度。上水库坝址 5 km 范围内没有活动断层,地震震级小于 5 级,区域构造稳定分级属于稳定性好。

2 上坝公路方案

2.1 路线起、终点

抽水蓄能电站与人们常见的一般性水电站工程不同,它具有一定的选址特殊性:上、下水库之间必须存在较大的高差,以保证上水库水头能够产生的巨大势能,从而能够发挥抽水蓄能电站的优势^[2]。因此,上坝公路也具有类似的特殊性,它必须从低处克服巨大高差,通过持续爬坡,最终到达上水库坝址。

收稿日期:2022-02-25

作者简介:宋世磊(1983—),男,硕士,工程师,从事道路工程设计工作。

为了便于设计,选择上坝公路起点为进场公路设计终点,设计高程约为1 045 m,终点为大坝坝址东南侧“Z”字型道路入口处,设计高程约为1 480 m,起、终点高差约435 m,按照平均纵坡5.5%控制,该工程路线总长度应控制在7.9 km左右。

2.2 道路设计采用的标准、等级及技术指标

上坝公路虽称之为公路,但它却不同于一般性公路。上坝公路的功能主要是连接大坝与外界的交通道路。施工期,主要用于施工车辆通行,是施工建设的关键工程。运维期,主要是运维车辆通行。其功能与作用明显不同于一般公路。因此,不宜采用公路行业设计标准与规范,而应该采用水利水电行业设计标准与规范。这样,上坝公路采用《水利水电工程场内施工道路技术规范》(DL/T 5243—2010)中场内主要道路三级道路标准,其设计速度取用20 km/h,圆曲线最小半径15 m,不设超高的圆曲线最小半径100 m,最大纵坡9%,停车视距20 m,会车视距40 m,凹、凸竖曲线最小半径200 m,最小坡长60 m,隧道内最大纵坡按照6%控制,连续长大纵坡路段,应该设置3%缓和坡段。

路基横断面设计采用双车道,路基宽度7.5 m,路面宽度6.5 m,两侧路肩宽度0.5 m,双向路拱横坡2%,路面结构采用水泥混凝土路面,面层采用20 cm C30水泥混凝土,基层采用20 cm 5%水泥稳定碎石,底基层采用15 cm 级配碎石。

路基标准横断面图见图1所示。

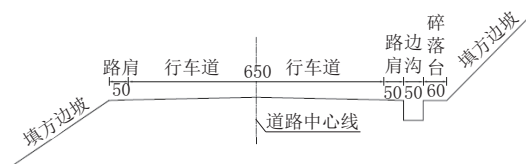


图1 路基标准横断面图

3 方案比选分析

3.1 推荐线方案

由于该工程建设是PPP项目,建设单位要求建设周期缩短,工程建设投资要求不高,所以经过多方案比选,推荐线路方案为路基加隧道,无桥梁。路线起点东侧山体较陡,地面坡度多为50度以上,如路基方案穿过,挖方量将巨大,且施工难度大,爬坡效果不好。对此,宜采用隧道绕行方案,爬坡效果显著。路线起点至K1+080段设置左转弯隧道,半径150 m,路线在缓坡处出洞后,沿山坡布线,在缓坡平坦处设置3个回头曲线继续爬坡,在K3+530至K4+680路段设置左转弯隧道穿过山体,半径160 m,出

洞后路基明线布线,在K4+990至K5+755路段设置直线隧道穿过山体,出洞后路基明线布线,到达路线终点,路线全长7 380 m,路基总长4 385 m,隧道总长2 995 m。推荐线路方案图见图2所示。

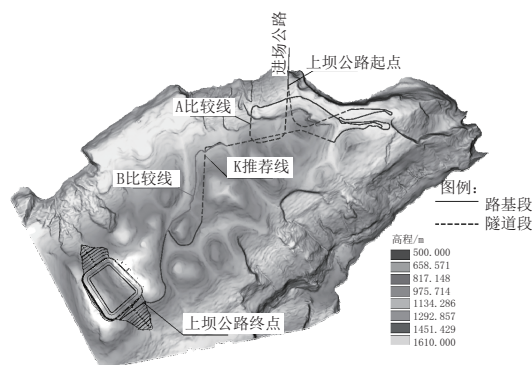


图2 推荐线路方案图

路基明线最大纵坡9%,隧道最大纵坡6%,路线纵断面图见图3所示。

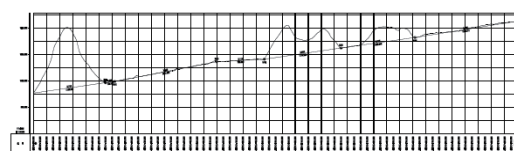


图3 推荐线路纵断面图

3.2 A比较线方案

A比较线方案为路基加隧道,无桥梁。路线起点西侧山体较陡,地面坡度多为50度以上,如路基方案穿过,挖方量将巨大,且施工难度大,爬坡效果不好。为此,宜采用隧道绕行方案,爬坡效果显著。路线起点至K1+250段设置两个右转弯隧道,两个圆曲线半径均为100 m,路线在缓坡处出洞后,沿山坡布线,在缓坡平坦处设置1个回头曲线,与K推荐线相接,终点桩号AK2+900=推荐线K2+920,路线全长2 900 m,其中路基总长1 650 m,隧道总长1 250 m,对应推荐线全长2 920 m,其中路基总长1 840 m,隧道总长1 080 m。A比较线方案图见图4所示。

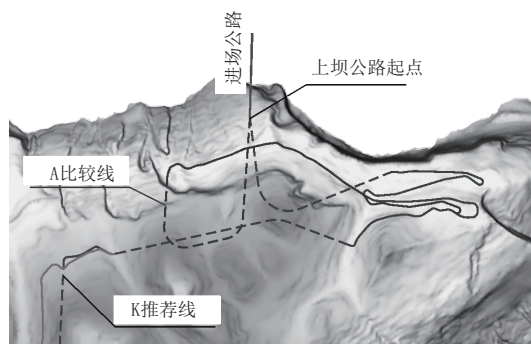


图4 A比较线方案图

路基明线最大纵坡9%,隧道最大纵坡6%,路线纵断面图见图5所示。

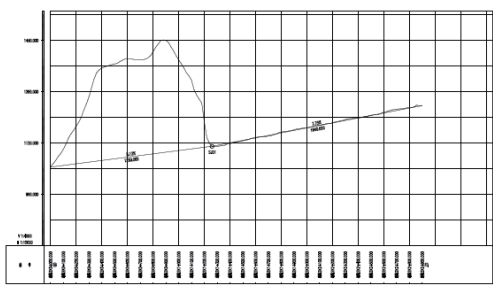


图 5 A 比较线路线纵断面图

3.3 B 比较线方案

B 比较线路线方案为路基,无桥梁。路线起点桩号为 BK4+700= 推荐线桩号 K4+700, 路线出隧道后,沿山坡向西、向南展线,终点桩号 BK6+110= 推荐线 K6+425,路线全长 1 410 m,全线皆为路基,无隧道,对应推荐线全长 1 725 m,其中路基总长 960 m,隧道总长 765 m。B 比较线路线方案图见图 6 所示。

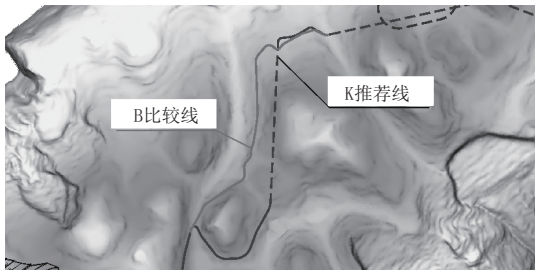


图 6 B 比较线路线方案图

路基明线最大纵坡 9%,路线纵断面图见图 7 所示。

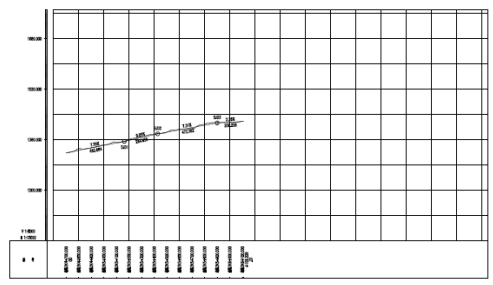


图 7 B 比较线路线纵断面图

3.4 方案比选与分析

路线方案主要从地质条件、线形指标、工程造价、施工工期、环境保护、施工与养护难度等六个因素进行比选。

比选分析采用打分累计法,假定此类一般工程各因素分值均为 60 分,各因素采用由优到劣 5 个等级,等级自高而低分别为 100 分、80 分、60 分、40 分、20 分,计算各因素分数的总和,总得分最高者确定为最佳路线方案。

3.4.1 A 比较线方案比选

A 比较线桩号范围:AK0+000 ~ AK2+900,对应推荐线 K0+000 ~ K2+920, 尽管 A 线总长度比 K 线

短 20 m,路基展线短于 K 线,且路线布线比较分散,环境破坏小于 K 线,路基段线形指标优于 K 线,但是 A 线隧道长了 170 m,隧道线形指标远低于 K 线,隧道内行车安全性低于 K 线,工程造价偏高,施工工期长,施工与养护难度大,综合比较分析,推荐 K 线。

A 比较线与推荐线比选分析情况见表 1 所列。

表 1 A 比较线与推荐线比选分析表

序号	比选因素	A	K	比选分析
1	地质条件	80	80	相当
2	线形指标	60	40	A 优于 K
3	工程造价	60	80	K 优于 A
4	施工工期	40	60	K 优于 A
5	环境保护	80	60	A 优于 K
6	施工与养护难度	60	80	K 优于 A
7	总得分与结论	380	400	推荐 K 方案

3.4.2 B 比较线方案比选

B 比较线桩号范围: BK4+700 ~ BK6+110, 对应推荐线 K4+700 ~ K6+425, 尽管 B 线总长度比 K 线短 315 m,工程造价偏低,施工工期短,施工与养护难度低,但是线形指标低于 K 线,平均纵坡大于 K 线,由于 B 线布线的山体坡度较陡,坡度多为 45 ~ 60 度之间,路基开挖后多为深挖路堑边坡,环境破坏远远大于 K 线,综合比较分析,推荐 K 线。

B 比较线与推荐线比选分析情况见表 2 所列。

表 2 B 比较线与推荐线比选分析表

序号	比选因素	B	K	比选分析
1	地质条件	80	80	相当
2	线形指标	40	80	K 优于 B
3	工程造价	80	60	B 优于 K
4	施工工期	80	60	B 优于 K
5	环境保护	40	80	K 优于 B
6	施工与养护难度	80	60	B 优于 K
7	总得分与结论	400	420	推荐 K 方案

6 结 语

(1)山区抽水蓄能电站上坝公路是整个电站建设的关键性先导工程,必须提前策划、设计与施工,否则将会影响电站的投产发电。

(2)上坝公路设计方案必须综合考虑地质条件、线形指标、工程造价、施工工期、环境保护、施工与养护难度等因素,经过方案比选与分析,才能选出更合理、更优化的设计方案。

(3)工程建设必须要坚持人与自然和谐、保护环境的原则^[3],不能以破坏环境换取经济效益,必须要
(下转第 50 页)

行车出行的研究不谋而合。因此,可将发展公共自行车设施作为完善城市公交网络的辅助手段,使其站点靠近其他类型公交站,以解决“最后一公里”的通达性问题。故在特定领域中,Tight 等人的“无机动车城市交通愿景”也具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] WSP Civils Ltd.. “Vision 2030”-Final Report [R]. London: WSP Civils Ltd., 2003.
- [2] SIJR Rodr í guez. Vision 2050. The new agenda for business[J]. Revista de Fomento Social, 2010(257):162-163.
- [3] Bassett D R , Pucher J, Buehler R , et al. Walking, cycling, and obesity rates in Europe, North America, and Australia.[J]. J Phys Act Health, 2008, 5(6):795-814.
- [4] Tight M., Timms P., Banister D., et al. Visions for a walking and cycling focussed urban transport system[J]. Journal of Transport Geography, 2011, 19(6):1580-1589.
- [5] Threlfall R.. Autonomous Vehicles Readiness Index[R]. Switzerland: KPMG International,2018.
- [6] SPONGENBERG H. New technology to reduce road accidents? [EB/OL]. (2008-08-27) [2022-08-22] <https://euobserver.com/transport/26622>.
- [7] Taylor M.C., Lynam D.A. and Baruya A.,The effects of drivers’ speed on the frequency of road accidents[R]. Crowthorne: TRL Limited, 2000.
- [8] Malin F. Dense automatic speed enforcement effectively reduces speeding [EB/OL]. (2017-02-22) [2022-08-22]. <http://nordicroads.com/dense-automatic-speed-enforcement-effectively-reduces-speeding/>.
- [9] TransLoc Inc. .How Public Transit Impacts Sustainability[EB/OL]. (2016-04-01) [2022-08-22] <https://blog.transloc.com/blog/public-transit-sustainability-impacts>.
- [10] The International Energy Agency.Biofuels can provide up to 27% of world transportation fuel by 2050, IEA report says - IEA ‘roadmap’ shows how biofuel production can be expanded in a sustainable way, and identifies needed technologies and policy actions [EB/OL]. (2011-04-20) [2022-08-22].<https://www.iea.org/newsroom/news/2011/april/biofuels-can-provide-up-to-27-of-world-transportation-fuel-by-2050-iea-report-.html>.
- [11] Roos D. Does hybrid car production waste offset hybrid benefits? [EB/OL].(2010-12-06)[2022-08-22].<https://science.howstuffworks.com/science-vs-myth/everyday-myths/does-hybrid-car-production-waste-offset-hybrid-benefits.html>.
- [12] V Brummelen, Jessica, O'Brien, et al. Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow[J]. Transportation research, Part C. Emerging technologies, 2018.
- [13] 陈铭. 中国典型城市汽车出行模式研究[D].北京:清华大学,2019.
- [14] 叶丽霞,刘英舜. 城市公共自行车交通出行特性分析[J]. 城市公共交通,2012(6):3.

~~~~~  
(上接第 46 页)

有大局观,坚持绿色、生态、环保、可持续的发展理念。

#### 参考文献:

- [1] 商兆娟.山区公路选线技术研究[J].城市道桥与防洪,2015(4):22-23.
- [2] 刘攀,梁里鹏,攀建强.抽水蓄能电站在电力系统中的作用与发展[J].水电与新能源,2016(11):18-20.
- [3] 李国兵.水电站库区公路线形设计要点探讨[J].四川林勘设计,2007(6):76-78.