

文章编号:1001-4179(2011)20-0001-03

# 水电站对外公路设计特点及主要技术标准分析

——以乌东德水电站工程为例

邓越胜, 武卫星

(长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010)

**摘要:**水电站对外公路设计既要满足水电站施工期间对外交通运输要求,又要便于水电站完工后移交地方交通部门统一管理。结合金沙江上游乌东德等梯级水电站对外公路设计实践,通过对水电站对外公路的任务、功能及特点的分析,从公路设计等级、设计速度、建筑限界、荷载标准、平曲线设计等方面,对主要技术标准和指标的运用进行了论述;总结了设计经验和体会,对类似工程设计具有参考作用。

**关键词:**公路设计;设计特点;技术标准;水电站

**中图分类号:** U412.36      **文献标志码:** A

水电站一般位于偏远山区,交通相对不发达,电站施工期外来物资种类、机电设备和金属结构等重大件数量多,运输尺寸和单件重量大,对于水电站对外公路在总体设计方案选择、技术标准和指标运用等方面要在执行交通行业设计规程规范的同时,还需充分考虑水电站对外交通运输的特殊性,合理采用技术标准,灵活处理设计中遇到的问题。

水电站对外公路的主要功能,首先是满足电站施工期间外来物资、人员、设备及重大件的运输要求;其次,电站建成后,对外公路将成为水电站运营管理对外联系的主要通道,必要时还将纳入地方交通部门统一管理。如乌东德水电站施工期外来物资品种主要为水泥、粉煤灰、钢材及机电设备、木材、油料、火工材料等,施工期主要外来物资运输总量约 354.0 万 t,其中,水泥和粉煤灰总需求量约 174.0 万 t,其他物资总运量约 180.0 万 t,高峰年运输量约 110.1 万 t。按单机容量 850 MW 考虑,其机电设备重大件运输最长件为桥机大梁,长约 33 m,最重件为主变压器,重量约 180 t。电站施工期间外来物资运输的主要车型、重大件运输尺寸和重量,是确定对外公路限界、荷载标准等主要技术指标的依据。

## 1 设计特点

(1) 电站施工期间主要外来物资的来源、中转站场的位置以及地方交通规划,是水电站对外公路走向选择的控制因素。

(2) 水电站通常位于偏远山区,地形、地质条件复杂,对外公路具有一般山区公路设计的特点,设计方案需要充分考虑地形、地质条件。

(3) 对外公路建筑限界和设计荷载等级一般受电站重大件运输的尺寸和重量指标控制,其设计采用的主要技术标准需要满足水电站施工期间外来物资运输类别、运输机具及重大件运输尺寸与荷载等要求。

(4) 对外公路运输具有进场方向为重车、出场方向为空车的单向重载运输特点。

(5) 对外公路设计采用的主要技术标准需要满足《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)及《水电工程施工组织设计规范》(DL/T 5397-2007)的相关规定。

## 2 设计原则

(1) 合理选用技术标准。在满足对外公路主要使用功能和保证工程安全的前提条件下,正确理解和把

收稿日期:2011-08-30

作者简介:邓越胜,男,长江勘测规划设计研究有限责任公司市政与交通工程设计院院长,教授级高级工程师,主要从事交通工程设计研究与管理工。E-mail:dys1965@sohu.com

握规范中主要指标和次要指标的使用条件,避免死套标准规范,合理选用技术标准。

(2) 在总体设计方案中,应充分考虑沿线的地形、地质条件,经综合比较选定最优线路方案,使道路工程量小、造价低、营运费用省,并有利于施工和后期养护。在满足水电站外来物资及重大件运输要求的前提条件下,合理确定线路平、纵设计方案,优化路面结构、边坡防护、桥涵和隧道工程等构造物设计方案。

(3) 公路设计中的路线、路基路面、桥梁、隧道等专业之间有着较强的内在联系,应侧重分析项目特点、重点和难点,提出总体设计方案和原则,强调各专业之间的协调性,使路线及构造物与自然条件之间、构造物与交通工程之间衔接合理。

### 3 主要技术标准和指标运用

《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)中的技术标准和指标有主次之分,应区别对待。对工程安全、功能有重大影响的主要指标,如圆曲线最小半径、最大纵坡、视距等,在设计原则上应保证满足要求;对于在满足安全的前提下,主要影响舒适性的次要指标,如曲线间直线长度等,则可根据实际情况,允许突破使用。

#### 3.1 公路等级

从金沙江上游乌东德等4个梯级电站以及国内类似水电站对外公路的研究成果看,水电站对外公路高峰运输交通量较小,一般小于2000辆/d,因此,适当考虑地方交通发展要求,采用二级至三级公路标准可以满足使用要求。

#### 3.2 设计速度

水电站对外公路一般位于山岭重丘区,地形、地质等自然条件复杂,在满足水电站对外交通运输的前提下,设计速度一般采用30~40 km/h较为适宜。

#### 3.3 路基、路面宽度

(1) 根据主要对外交通运输车辆的外形尺寸计算。如乌东德等水电站对外公路设计主要车型为30~40 t的散装水泥罐车,采用40 km/h设计速度,计算的双车道宽度相应为7.2 m,略大于《公路工程技术标准》设计速度40 km/h时对应的双车道宽度7.0 m。

(2) 根据大件运输要求计算。按照乌东德水电站对外运输最大件为发电机的下机架,其运输尺寸为8.7 m×7.4 m×3.9 m(长×宽×高),采用大型平板车运输时,车辆的行车速度一般控制在5 km/h左右,并采取交通管制,限制其他车辆通行,路面宽度需要在8.0~8.5 m范围内才可以满足运输要求。

根据以上分析,考虑《公路工程技术标准》的相关

要求,乌东德水电站对外公路路基宽采用10.0 m,路面宽度采用8.5 m。

#### 3.4 桥涵宽度

桥涵与路基同宽,桥梁行车道宽度采用8.5 m,桥梁全宽采用9.5 m(8.5 m+2×0.5 m)。

#### 3.5 隧道建筑限界

一般情况下,隧道净高受单相变压器运输控制;隧道净宽受发电机的下机架运输控制。乌东德水电站180 t单相变压器设计高度4.0 m,考虑运输车辆高1.2 m,加上垫块和安全超高后,隧道净高应不小于5.5 m;电机的下机架运输尺寸为8.7 m×7.4 m×3.9 m(长×宽×高),考虑到大件运输时,采取交通管制,限制其他车辆通行,隧道的双车道宽度可采用规范值7.0 m(2×3.5 m),加上两边人行道宽度,可满足运输要求。从该项目可以看出,水电站对外公路隧道建筑限界与公路规范有一定出入,其净空受大件运输尺寸控制,大于《公路工程技术标准》第2.0.7条中“一级公路、二级公路净高5.0 m”的规定。

#### 3.6 汽车荷载等级

(1) 设计荷载。根据《公路工程技术标准》(JTG B01-2003),公路汽车荷载等级分公路-I级和公路-II级两个标准;考虑金沙江上游乌东德等4个梯级电站外来物资水泥运输主要采用26~35 m<sup>3</sup>散装水泥罐车,其车辆荷载与厂矿道路设计标准的汽-40级比较接近,因此需要按照《厂矿道路设计标准》(GBJ22-87)对汽-40级车辆荷载一列重车、一列空车进行分析对比。

乌东德水电站半角至工地公路主要桥型为梁桥和拱桥,其中梁桥占70%。根据计算分析,不同的设计荷载对梁桥和拱桥的作用规律基本一致,即无论是大型梁桥还是大型拱桥,对同一座桥梁来说,公路-I级荷载和布置有一列重车、一列空车的汽-40车队的荷载作用效应基本相当,公路-II级荷载的作用效应是公路-I级荷载的0.75。

考虑乌东德水电站进场公路荷载效应与现行公路工程技术标准中的公路-I级荷载标准基本相当。因此,在满足其功能条件下,考虑与交通部《公路技术标准》(JTG B01-2003)荷载标准对应(地方公路的设计标准应尽量统一),以及水电站施工完毕后便于移交地方交通管理部门等因素,其对外公路汽车荷载等级采用公路-I级,大于《公路工程技术标准》6.0.2中“二级公路的汽车荷载等级采用公路-II级”的规定。

(2) 验算荷载。《公路技术标准》(JTG B01-2003)从形式上取消了验算荷载,而将验算荷载的影

响通过多种途径间接地反映到汽车荷载模式中。考虑到对外交通公路承担主变压器等重件运输(乌东德水电站对外运输最重件为 180 t 主变压器),因此,需要按照挂-300 级(载重 200 t)进行复核算(见图 1)。

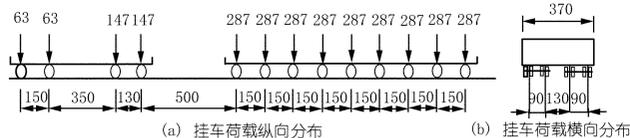


图 1 挂-300 计算示意(单位:尺寸 cm,荷载 kN)

### 3.7 平曲线设计

(1) 圆曲线最小半径的运用。该指标是公路设计的主要指标,《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)第 3.0.14 条中规定了圆曲线最小半径的“一般值”和“极限值”。为满足行车舒适性要求,一般情况下应采用大于或等于一般值,尽量避免采用极限值。根据沿线地形、地质条件,通过对地形的拟合,乌东德水电站对外公路按照设计速度 40 km/h,平曲线最小半径采用 106 m,大于一般值 100 m 的要求。

(2) 曲线间直线长度的运用。《公路路线设计规范》第 7.2.2 条中“当设计速度大于或等于 60 km/h 时,同向圆曲线间最小直线长度(以米计)以不小于设计速度(km/h)的 6 倍为宜,反向圆曲线间最小直线长度(以米计)以不小于设计速度的 2 倍为宜;设计速度小于或等于 40 km/h 时,可参照上述规定执行”。该指标是公路设计的次要指标,可根据实际情况,灵活运用。对于山区公路,为减少工程量,节约投资,仅从驾驶员操作过程需要考虑,汽车在同向曲线间直线段上的行驶时间应大于 5 s,在反向曲线间直线段上的行驶时间应大于 3 s,以此来确定两曲线间的直线长度。结

合已建成水电站对外公路的使用情况,建议:① 设计速度为 40 km/h,同向圆曲线间最小直线长度(以米计),以不小于设计速度(km/h)的 2.5 倍为宜,反向圆曲线间最小直线长度(以米计),以不小于设计速度(km/h)的 1.5 倍为宜;② 设计速度为 30 km/h,同向圆曲线间最小直线长度(以米计),以不小于设计速度(km/h)的 2 倍为宜,反向圆曲线间最小直线长度(以米计),以不小于设计速度(km/h)的 1.0 倍为宜。

(3) 平纵组合的运用。一般公路设计中,纵面的变坡点往往对应平曲线的曲中点,即平曲线包着竖曲线,且竖曲线最好能伸入平曲线两端缓和曲线 1/2 以上。由于山区公路中曲线占路线总长的比例一般超过 50%,对于长平曲线,仅在同向曲线的曲中点设变坡点,对于克服高差,利用地形不利。因此,在设计过程中可在长平曲线范围内采用两个以上的变坡,或设置竖向复曲线;平曲线半径较小,平曲线不长时,竖曲线最好不要设置在平曲线内,宜在相近直线段设置。

## 4 结语

水电站对外公路承担电站施工期间外来物资、人员、设备及重大件的运输任务,因此,除主要技术标准的运用需符合交通行业规程规范外,还应充分考虑其特殊性。需要从对外运输强度、主要车型、重大件运输尺寸和重量等方面,复核确定公路设计等级、建筑限界、荷载标准等,合理采用公路规范技术标准、灵活处理设计问题,使其既满足水电站施工期间运输要求,又便于水电站完工后移交地方交通部门进行统一管理。

(编辑:徐诗银)

## Analysis of design characteristics of excess highway of hydropower station and its major technical standard: the case of Wudongde Hydropower Station

DENG Yueheng, WU Weixing

(Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** The design of access highway of hydropower station should meet the requirement of transportation in the construction period and be convenient for the unified management of the local transportation department after the completion. Combining with the design of access highway of cascade hydropower stations such as Wudongde Hydropower Station in the upstream of Jinsha River, through the analysis of the task, function and characteristics of the access highway, the major technical standards and their application are discussed from the aspects of design grade, design speed, architectural limits, load standard and horizontal curve design.

**Key words:** highway design; highway characteristics; technical standard; hydropower station