

浅谈满管溜槽在碾压混凝土双曲拱坝中的应用

栗 雪

中国水利水电第一工程局有限公司

摘 要: 伴随着碾压混凝土施工技术的不断发展, 碾压混凝土运输入仓也形成了水平运输、垂直运输、组合运输等多种入仓方式。满管溜槽制造安装方便, 结构简单, 施工管理方便, 运行费用低, 输送强度高, 作为垂直运输的一种施工技术, 在场地狭小的河谷或基础开挖坡度较大的混凝土大坝施工中得到不断应用。本文详细介绍了满管溜槽在碾压混凝土双曲拱坝中的布置、结构、安装以及应用情况。

关键词: 满管溜槽; 碾压混凝土; 双曲拱坝; 应用

1 工程概况

刚果(金)布桑加(Busanga)水电站拦河大坝为抛物线碾压混凝土双曲拱坝, 坝顶高程为885.0m, 坝底高程743.5m, 最大坝高141.5m。拦河大坝混凝土总量63.5万 m^3 , 其中碾压混凝土总量为44.1万 m^3 , 常态混凝土为12.74万 m^3 , 变态混凝土6.64万 m^3 。810m高程以下采用自卸汽车直接入仓方式浇筑碾压混凝土, 因810高程以上入仓道路条件限制, 碾压混凝土无法采用自卸车直接入仓方式进行施工。鉴于上述原因, 在左、右岸885坝肩槽位置分别布置一套满管溜槽进行碾压混凝土的垂直运输, 混凝土充满溜槽过程中, 下端液压弧门是关闭且密封的, 因此, 混凝土在下落过程中由于空气阻力, 大大减小了混凝土骨料分离, 确保了混凝土输送质量。

2 地形条件

坝址河段为深“V”型峡谷地貌, 两岸基岩陡壁, 岸坡坡度40~60°, 局部呈陡崖。两岸山顶高程950~1000m, 900m高程以下岸坡陡峻, 上部地形逐渐变缓。根据现场地形条件, 分别在左、右岸885高程修建上坝公路, 用于大坝施工的交通运输线路。

左、右岸坝肩槽顶高程为885, 底高程743.5, 开挖坡度在48°~51°之间。

3 满管溜槽的布置及结构

3.1 满管溜槽的布置

本工程810高程以上碾压混凝土方量24万方, 仓面最大面积约4100 m^2 , 浇筑层厚为30cm, 单层浇筑最大方量为1230 m^3 , 层间间隔时间按4~6h控制, 则入仓强度为205~307.5 m^3/h 。该溜槽单条满管入仓强度为260~300 m^3/h , 则采用两条满管溜槽完全满足混凝土浇筑施工强度要求。满管溜槽顶高程为885, 底高程815, 垂直高差为70m, 沿坝肩槽顺坡布置, 布置倾角为50°, 满管溜槽全长约91m。满管溜槽布置图见图3-1。

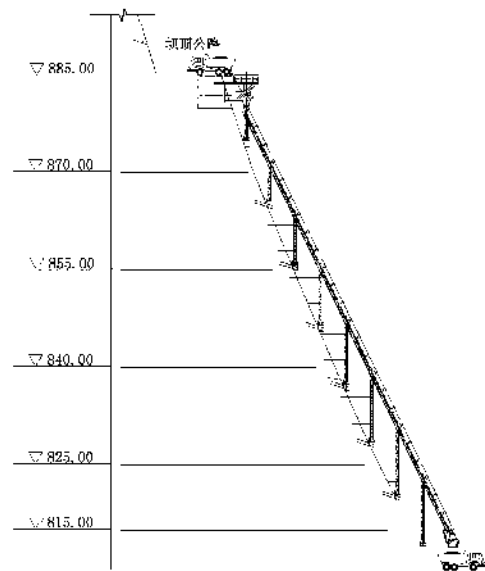


图3-1 满管溜槽布置图

3.2 满管溜槽的结构

满管溜槽的结构设计是实现混凝土垂直运输顺利进行的关键, 其结构设计包括以下四部分: 即受料斗系统、满管管身、系统支撑结构和下料控制装置(弧门)。

(1) 受料斗和仓面受料斗结构

为了保证混凝土连续下料, 设计采用大料斗, 料斗容积约20 m^3 , 上口尺寸为4000×3500mm, 下口尺寸为1000×1000mm, 高度为3264mm。受料斗罐体钢板厚度为10mm, 料斗通过料斗支撑架与混凝土基础连接, 受料斗结构如图3-2所示。料斗支撑架采用30a工字钢组焊成形, 如图3-3所示。

(2) 弧门结构

弧门设备根据满管管身结构尺寸进行确定, 采用液压油缸进行弧门的启闭动作, 且在出口处设置有橡胶密封结构, 以确保弧门开启, 混凝土下料时不漏浆, 液压缸型号为HSG125/70*1000, 液压系统工作压力为

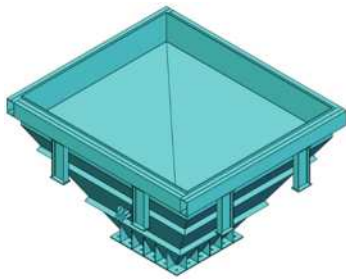


图3-2 受料斗三维建模示意图

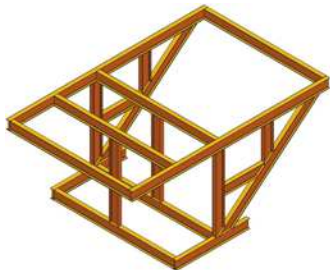


图3-3 受料斗支架三维建模示意图

12MPa, 最大设计压力为20MPa, 最大流量为24L/min, 该液压系统设置有压力过载保护及急停等装置。

(3) 满管管身结构

满管管身结构设计重点在于管身截面形状, 管身截面大小、管身材料的选型以及安装倾角等。满管管身采用刚性材料, 刚性材料采用8mm耐磨钢板, 满管截面为 $\phi 600-8\text{mm}$ 圆形截面, 采用标准节形式进行设计, 每一标准节长3000mm, 两端口装焊10mm厚法兰盘, 节与节间通过法兰盘螺栓连接, 满管不与支撑架横档直接焊接而采用型钢桁架结构连接, 当某节满管底部钢板磨损后可将单节满管拆卸翻身再使用。

(4) 密封结构

满管系统各构件均采用螺栓法兰连接, 每节法兰之间均采用 $\delta = 5\text{mm}$ 橡胶密封圈密封。弧门处周边采用橡胶圈密封。

(5) 支撑结构

满管受料斗采用悬臂型钢支撑, 由受料斗型钢支撑焊接连接。满管管身结构采用角钢桁架结构进行支撑, 而支撑桁架再利用竖向的桁架结构进行支撑。满管管身支撑桁架节与节之间采用连接件和高强螺栓连节, 便于安装拆卸。满管管身与支撑桁架利用高强螺栓连接, 同样利于安装、拆卸。竖向支撑桁架采用800mm*500mm断面桁架, 长度根据高程不同进行现场实配, 底部与预先布置的钢基础通过高强螺栓连接, 待立柱与钢基础连接完成后, 采用混凝土将钢基础进行封填密实。

4 满管溜槽的安装

由于该项目溜槽使用倾角大、高程高, 为保证溜槽

系统在使用过程中的稳定性及安全可靠性, 需按照设计要求提前进行基础的开挖、浇筑及预埋, 等各部位混凝土强度满足要求后进行满管溜槽基础以上部分的组合作业。

为了使满管溜槽最大限度满足大坝浇筑高程, 需对885卸料平台受料斗采取向临空面悬挑的形式, 来满足混凝土入仓需求, 悬挑料斗基础采用钢筋混凝土结构, 在885高程坝肩槽开挖出长方形基槽(长*宽*高= $5.6*4.5*5\text{m}$), 并在基槽布置24束锚筋桩(底板12束, 宽度方向掌子面12束, 单根锚筋桩由3根直径为32mm, 长9m的螺纹钢组成), 锚筋桩外露长度3m, 用于锚固受料斗基础混凝土。在基槽开挖完毕后, 进行锚筋桩钻孔施工, 做好孔口保护, 进行基面清理, 然后再把受料斗支架吊装到准确位置及高程并固定, 随后进行锚筋桩注浆施工并等强, 最后进行卸料平台钢筋绑扎、模板支立及混凝土浇筑, 885高程满管溜槽卸料平台形成。

本次满管溜槽组装的总体原则为: 自高到低。按照装配图要求依次序进行组装, 组装施工程序如下:

受料斗支撑、竖向支撑钢基础、以及锚筋需提前根据图纸预埋安装完成, 确保各项关键尺寸(受料斗支撑与竖向桁架支撑竖向中心线必须共线), 并确保混凝土达到强度要求后方可进行其余构件的安装。

首先从上到下将竖向支撑桁架与对应钢基础通过螺栓连接完成, 确保各桁架支撑均垂直于水平面, 并控制各竖向桁架支撑间的水平间距, 确保各支撑竖向中心线共线。

竖向桁架支撑安装调整完成后, 吊装受料斗装置, 在吊装受料斗前必须把料斗底部弧门装置、方变圆过渡节、弯管段及受料斗平板器装配完成, 确保受料斗装置竖向中心线与受料斗支撑架竖向中心线共线。

然后安装溜管, 溜管安装过程中根据现场实际放样情况需对竖向桁架支撑顶部进行实配修割, 逐步安装至设计底高程815。

最后进行电器控制柜的安装及接线工作, 至此, 满管溜槽全部安装完成。

5 满管溜槽的运行

(1) 在满管溜槽开始运行时, 首先将受料斗装满混凝土, 然后打开受料斗液压弧门, 向满管溜放混凝土, 随着受料斗混凝土不断减少, 应及时进行补料, 始终保证受料斗内混凝土不被溜空。

(2) 满管溜槽充填满混凝土后, 打开下弧门对已停好的仓内自卸车装料。自卸车装满混凝土后, 及时关闭下弧门, 待另一台自卸车泊车到位后, 打开下弧门装料,

装满后关闭下弧门,依此循环。装料过程中应始终保持885平台受料斗不被溜空,否则应关闭下弧门,待受料斗至少有一车料时才可以对仓内自卸车装料,确保满管溜槽满管运行。

(3) 为确保满管溜槽高强度运行,885平台受料斗供料自卸汽车及仓内装料自卸车应连续运行,衔接紧密。

(4) 满管溜槽运行时严谨随意打开弧门,防止出现骨料分离。

(5) 满管溜槽运行时若出现堵管情况,通过轻轻敲击满管确定堵管准确位置,然后可采用敲击震动方式疏通堵塞部位,也可以打开下弧门位置的平板振捣器进行疏通,平板振捣器应采用间歇振捣方式,禁止长时间连续振捣,振捣无效时不可再开启平板振捣器,防止加剧满管的堵塞。当受料斗出口堵塞时,方可开启安装在受料斗上的平板振捣器进行疏通。

(6) 满管溜槽在运行阶段,每周进行满管溜槽及支撑结构连接横缝及支撑的变形观察,发现问题及时处理。

6 满管溜槽的应用效果及改进

6.1 满管溜槽的应用效果

满管溜槽在布桑加水电站大坝碾压混凝土双曲拱坝施工中取得了成功应用,加快了工程施工进度,解决了“V型”河谷地形条件下碾压混凝土垂直运输问题。目前,大坝碾压混凝土已浇筑至884封顶高程,通过满管溜槽垂直输送混凝土约24万方。满管溜槽应用效果简述如下:

(1) 骨料分离可以得到有效的控制;但并不能完全避免,实践证明,VC值大比VC值小易分离,三级配比二级配易分离,使用前期比施工后期易分离(前期满管溜槽较长,落差较大);

(2) 满管溜槽开始运行时的第一车混凝土,骨料分离较为严重,可运至仓内下游侧变态混凝土区进行处理,加浆后打成变态混凝土;

(3) 受料斗采用大料斗时,可以有效保证混凝土垂直运输的连续运行;

(4) 满管内部磨损程度是不一致的,满管半圆弧底

部区域磨损最为严重,顶部区域磨损次之。在实际运行过程中,基本上每仓混凝土浇筑都会出现满管局部被磨损的现象;

(5) 偶尔会出现堵管现象,运行中发现,VC值小比VC值大易堵,溜管连接部位易堵,出料口弯头部位易堵。

(6) 既能输送碾压混凝土,也能输送常态混凝土;

6.2 满管溜槽的改进

在满管溜槽运行过程中,溜管磨穿是影响碾压混凝土施工进度的主要影响因素,磨穿的满管溜槽会造成混凝土中砂浆及细骨料的流失,因此,应及时进行补焊。为避免或减少溜管被磨穿而影响施工进度,建议溜管采用耐磨16Mn钢板,同时加厚溜管管壁厚度至16mm及以上,也可以采用局部加厚(溜管底部半圆部分)溜管的方式进行处理。在溜管直径方面,建议采用直径为800mm或更大管径的溜管,安装时,保证管节部位连接平顺,尽量减少堵管事故发生的概率,为峡谷地区碾压混凝土大坝的快速施工提供输送保证。

7 结语

满管溜槽经过多年的工程实践和不断完善,已解决了高山峡谷地区碾压混凝土垂直运输的问题。满管溜槽制造安装方便,结构简单,布置灵活,运行维护费用低,输送强度高,满管运行过程中骨料不易分离,是实现碾压混凝土机械化、快速化、高质量施工时混凝土垂直运输的有效手段,在水利水电工程碾压混凝土施工中具有广泛应用价值。

参考文献:

- [1] 水利工程中的碾压混凝土施工技术分析[J].陈曦.智能城市.2021(22)
- [2] 水利施工中碾压混凝土施工技术分析[J].郭德火,刘怀祥.内蒙古科技与经济.2021(15)
- [3] 对水工碾压混凝土施工规范(2009版)修编的几点建议[J].高斌,陈振华.能源与环境.2020(01)
- [4] 探究水利施工中碾压混凝土施工技术[J].夏阳.四川水泥.2020(03)
- [5] 碾压混凝土施工质量原因分析与措施研究[J].宋桂敏.地下水.2020(05)