

Volume No.1 (2018) ISSN :2630-5291

水电科技

Hydroelectric Science & Technology

1



水电科技

Hydroelectric Science & Technology

学术编委

王冀星 Jixing Wang

责任编辑

魏志飞 Zhifei Wei

学术编委

穆遵明 Zunming Mu

杨春蕾 Chunlei Yang 李松 Song Li

徐进 Jin Xu 付连红 Lianhong Fu

赵承康 Chengkang Zhao 刘欣 Xin Liu

罗超 Chao Luo 杜永纯 Yongchun Du

美工编辑

李亚 Ya Li

期刊收录

<http://www.cnki.net> (中国知网) 全文收录

出版单位

Viser Technology Pte. Ltd.

530 Serangoon North Avenue 4

#02-02

Singapore (550530)

目录

节流孔圈在电厂超超临界直流锅炉中的运用.....	鲁海龙	1
水库加固后运行管理及调度方式的探讨.....	山洪	4
防护与通讯光缆在电力系统中的优化应用.....	王国新 任宝海 张甲远 王振潮	7
浅谈富水砂层中的顶管施工技术.....	周杨	9
新时期大数据智能电网构建研究.....	魏晓晨 王振潮 王国新 黄际太	13
智能变电站中线路防护设备的应用设计.....	张宗伟 王志祥 梁道营 王国新	15
集成电路的假冒翻新现状.....	汤心悦	17
高水头承压水抗突涌优化设计.....	张建伟 吴秉其	19
关于一组LW56-800型断路器两次频繁打压问题的差异分析.....	卢金宝	23
超深防渗地连墙施工技术.....	付连红 徐斌 郑源 涂世金	26
碾压式砂砾石沥青心墙坝施工关键技术研究.....	王建军 赵继成	30



节流孔圈在电厂超超临界直流锅炉中的运用

鲁海龙

天津电力建设有限公司检修公司, 天津 300380

DOI:10.33142/hst.v1i1.10

[摘要] 节流孔圈具有减少受热面管道热偏差、提高汽水动力稳定性等优点, 因而在吕四港电厂超超临界直流锅炉中被大量使用, 但在运行中出现被杂物堵塞、部分孔径跟设计值不一致、设计值跟实际运行热负荷不匹配等问题, 影响节流孔圈作用的发挥。文章分析节流孔圈的作用机理和影响其性能发挥的因素, 并试图找到解决的方法。

[关键词] 节流孔圈; 热偏差; 超超临界直流锅炉

前言

大唐吕四港电厂 4×660MW 锅炉为哈尔滨锅炉厂设定的超超临界参数变压直流炉、一次再热、均匀通风、露天部署、单炉膛、低 NOxPM 主燃烧器和 MACT 型分级送风燃烧系统、反向双切园燃烧方式、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构 II 型锅炉。炉膛使用内螺纹管垂直上升膜式水冷壁、循环泵启动体系。过热器蒸汽出口温度为 600℃, 再热器蒸汽出口温度为 600℃。

超超临界锅炉在启动中经历了湿态运营、干态运营、亚临界、临界、超临界运营的进程, 工质变化相当繁琐。竖直管屏中, 如果有的管子或管屏产生了工质的停止或回流, 就会使管子冷却不良, 引发传热恶化造成超温爆管等事故。在低负荷下运营时, 炉膛中火焰温度升高的不均匀, 不同管的受热强度不均匀也随之加大, 极易引发水动力的不稳定性。当运营时的压力值超过临界值时, 虽然水冷壁里的工质只是一种流体, 可是工质吸入大量的热量且位于高热区时, 工质的温度无变化, 比容却变化巨大, 使其快速膨胀, 导致水流通不畅。直流锅炉的受热面是由不同根并联的管子构成, 不同管子间的受热强度与流量根本不可能完成均匀, 所以它们管壁温度也不一样, 只要其中一根管子被损坏, 则导致整个锅炉都无法正常工作。居于此, 设计者在锅炉水冷壁、各级过热器入口安装了节流孔圈。具体如下:

由于下联箱外部的水冷壁入口管段的口径较小, 需要在其上装上口径巨大的节流孔圈来控制流量, 之后将三叉管过渡段与小口径的水冷壁管 (φ28.6) 相连在一起, 通过控制不同回路的工质流量来减少其吸热与温度误差。在全屏 (二级过热器)、后屏 (三级过热器)、末级过热器的所有管段入口端上装焊不同口径的节流孔圈。(见下图)。

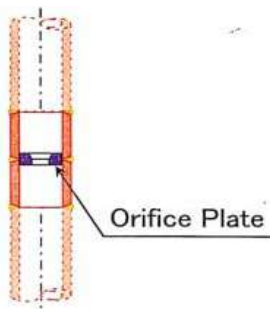


图 1 管内式节流孔圈

1 节流圈在提高静态水动力稳定性中的作用

超临界压力直流锅炉在低负荷作用下运营时, 水冷壁管里有液体与汽体两种状态。如果汽体量变多, 汽水混合速度加快, 使动压力与流通阻力加大; 如果汽水混合物的密度变小, 流通阻力就变小, 其与流通量与压力差之间关系可用三次方曲线来表示, 即产生静态水流通不畅的情况。直流锅炉静态水流通不畅的关键要素是: 一个压力差会产生至少两个的流量。在水冷壁入口处安装节流圈可使热水段的阻力变大, 装上节流圈的管子总压降为:

$$\Delta P = \Delta P_{jl} + \Delta P_{lz}$$

式中: ΔP_{jl} ——节流阻力; ΔP_{lz} ——流动阻力

当流量变大时节流圈的阻力变大, 使热水段的流通更顺畅。节流圈对水动力稳定性的影响如图所示:

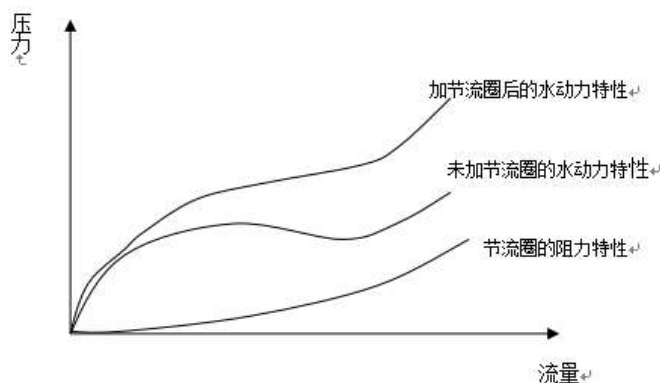


图 2: 节流圈对水动力稳定性的作用

2 节流圈在防止水动力动态不稳定性中的作用

直流锅炉水冷壁工作时，经常出现水流量或大或小的情况，即就是脉动性流动情况。其体现为：水流量与蒸汽流量进出蒸发管时都会产生周期性的浮动，这种长期性的脉动性流动可使金属管子出现损坏。阻止脉动的最高效办法是在管子入口处加装节流圈。节流圈的作用是使蒸发点局部的压力上升，由于其压力低于进口压力就使流量浮动较小，同时，在装上节流圈后，导致热水段的阻力不断变大，进而使热水段的压力差变大，保障了进口水流通的顺畅性^[1]。

3 节流圈在消除热偏差中的作用

热偏差：并列管组中任何一根管的工质焓增不一样。运营时因为热偏差作用造成一些管子的壁温超出允许温度而形成破坏。

产生蒸汽温度不均匀是由于受热面中不同管子的热偏差较大。并联管路中的热偏差是指并联管组中偏差管的工质焓增 Δh_p 与并联管组工质平均焓增 Δh_o 之比，用 φ 表示。

$$\varphi = \frac{\Delta h_p}{\Delta h_o} \quad \Delta h_p = \frac{q_p A_p}{G_p} \quad \Delta h_o = \frac{q_o A_o}{G_o}$$

式中， q_p 、 A_p 、 G_p 分别为偏差管中的热负荷、受热面积和工质质量流量。

q_o 、 A_o 、 G_o 分别为平均工况管中的热负荷、受热面积和工质质量流量。

因此热偏差 φ 可以表示为：

$$\varphi = \frac{q_p A_p}{G_p} : \frac{q_o A_o}{G_o}$$

当 φ 高于准许热偏差（管壁金属温度达到该金属材料的最高允许值时的热偏差）将诱发超温爆管。上式说明热偏差偏大的关键原因是构造偏差（ A_p / A_o ）、流量偏差（ G_o / G_p ）与热负荷偏差（ q_p / q_o ）。对于并列工作的管子，它们间的受热面差值几乎接近，构造的偏差类似于1，所以出现偏差的关键原因是流量与热负荷有差错，对于受热面防爆来讲，最危险的是热负荷大而蒸汽流量小，但是汽温又特别高的管子。

锅炉热负荷偏差关键取决于燃烧的是否充足与炉内的温度场如何分布，不同管子间的受热强度不完全均匀。消除热偏差主要方法是改变管段间的流量，使流量偏差与热负荷偏差相匹配。在管子入口处装置口径不同的节流圈，可以使管内蒸汽的流动阻力变大，将不同管的蒸汽流量控制好，才能相配套好热负荷。即使 $q_p / G_p = q_o / G_o$ 成立，使 φ 趋近于1。

4 节流圈在运行中出现的问题

在吕四#2锅炉试运过程中，锅炉过热器、水冷壁管段陆续发现个别超温现象。三级过热器有6根管子，末级过热器有5根管子超温，最高管壁温度达到了670多度，水冷壁也有10多根管子超温。是什么原因导致节流圈不能正常发挥作用？

工作人员将严重超温的管子割管检查，发现入口节流孔圈有杂物，除此之外无其他异常。于是工作人员扩大检查面，增加了过热器、水冷壁的壁温测点个数，仔细检查炉内是否有粗胀超温变色的管子，对所有管内的节流孔圈拍片检查^[2]。

拍片结果显示：

- (1) 有5根管子的节流圈发现杂物；
- (2) 有6根管子的节流圈实际口径与设计口径大小不一致；
- (3) 有16根管子的节流圈无异常，但管子有超温现象。

针对第1条和第2条，通过清理或更换节流圈，并检查管子的金属变化情况，变化严重的给予更换。针对第3条，通过重新计算节流孔径大小或在运行时调整烟温来实现。经过上述工作后，#2锅炉再次运行，各处壁温测点显示温度正常。

5 结论

经分析，我们认为节流孔圈在提高水动力稳定性和减少热偏差上能发挥作用，但对节流孔圈要加强监督检查。加

强防范措施如下：严格按锅炉化学清洗程序进行锅炉汽水管道清洗，保证给水品质，以防垢污、管子内壁金属腐蚀剥落造成节流圈堵塞；机组投产前，节流孔全面拍片检查，检查是否有残留杂物以及节流孔径是否与设计值一致；增加壁温测点个数，运行中对这部分管子认真监控，停炉期间仔细检查受热面是否有其他超温的异常情况；保持吹灰系统的正常运行，以免造受热面堵灰引起烟气热负荷发生改变；及时恢复错乱的管排，保持管排的整齐，防止出现“烟气走廊”，从而保持热负荷偏差的稳定；根据锅炉热负荷的实际情况，动态的调整节流孔口径大小，或者适当的调整燃烧，使节流孔的大小、热负荷两者相匹配。

[参考文献]

[1] 哈尔滨锅炉厂有限责任公司、三菱重工业株式会社合编大唐吕四港电厂 660MW 锅炉设计说明书 . 2008

[2] 高子瑜 . 1000MW 超超临界压力 II 型锅炉 [J]. 上海电力, 2005 (4) : 333 ~ 336.

作者简介：姓名：鲁海龙；性别：男；年龄：41 岁；工作单位：天津电建天津蓝巢电力检修有限公司；职务：副总工程师



水库加固后运行管理及调度方式的探讨

山洪

青海省格尔木市温泉水库管理所, 青海格尔木 816099

DOI:10.33142/hst.v1i1.11

[摘要] 随着温泉水库坝龄的增长, 大坝不断产生物理性和化学性变化, 于是产生各种病险情况。在水库加固后需要进一步采取有效措施加强调度运行管理, 从而充分发挥水库的工程效益和社会效益。

[关键词] 水库加固; 运行管理; 调度

1 加固后工程面貌

1.1 大坝坝基高压旋喷塑性混凝土防渗墙分部工程: 桩号 0+55—0+921, 总长度 867 米, 造孔 867 个, 平均深度 21 米, 进尺 18267.1 米, 防渗面积 18396m², 耗用水泥 13058t, 高压旋喷围井试验 1502.49m, C20 砼导墙 1848.84m³。该分部工程已通过验收。

1.2 右坝肩帷幕灌浆分部工程: 大坝桩号 0+965—1+025, 总长 60m, 平均灌浆深度 16.4m, 完成帷幕灌浆引孔 729.05m, 完成帷幕灌浆段总长 656m, 灌注水泥量 866.9t。该工程已通过分部工程验收。

1.3 左坝肩帷幕灌浆分部工程: 左坝肩 0+010—0+050 段, 长 40m, 沿坝轴线采用帷幕灌浆处理方式, 灌浆孔采用双排直线布置, 孔距 1.5m, 排距均为 1.2m, 3956.4m (正常高水位) 高程以上为灌浆段, 钻孔总进尺 1532.8m, 灌浆进尺 964.4m; 根据设计变更要求从桩号 0+050—0+100 处新增 50m 单排帷幕灌浆, 孔距 1.0m, 完成总进尺 896.33m; 空进尺 244.54m 灌浆段 651.79m, 完成帷幕灌浆引孔总进尺 2347.43m, 完成帷幕灌浆总进尺 1553.79m, 灌注水泥 61.37t; 该工程已通过分部工程验收。

1.4 上游坝基础土工膜防渗分布工程: 桩号 0+055—0+921, 总长度 867 米, 土工膜铺设 26247.25m², 完成砂砾石 7692.54m³, 完成粘土铺盖 10168.35m³, 坝坡预制块铺设 6555.96m²。

1.5 溢洪道 I 维修加固工程已全部完成, 并验收合格。

1.6 新建溢洪道 II 已全部完工, 并已通过分部工程验收。

1.7 新建溢洪道闸门、启闭设备均已安装完毕, 并完成无水条件下的各项试验, 运行正常。

1.8 安全监测自动化设备、仪器均已按设计要求完成安装、调试, 蓄水前取得初始值。

1.9 永久电源配有两个, 一个是 100kw 柴油发电机, 另一台是 50kw 此油发电机, 做为蓄水备用电源已安装完毕, 随时可投入使用, 蓄水电源安全可靠。

1.10 温泉水库已完成安全监测工程和水情自动测报系统工程建设, 目前处于监测试运行、数据分析调试阶段。

2 初期蓄水方案

2.1 按设计要求, 水库除险加固后可按正常蓄水位 3956.4m 运行, 但因为水库加固工程还未通过竣工验收, 且已进入汛期, 故水库水位按《2013 年温泉水库防洪运用方案》的汛期调度计划要, 水库逐渐缓慢蓄水, 严格控制在 3954.00m 以下。^[1]

2.2 通过竣工验收后, 水库水位可蓄至 3956.4m, 目前水库水位在 3952.23m, 水库蓄水量 4014 万 m³。

2.3 蓄水期闸门开启方式: 开始蓄水时, 保持放水洞下放 2m³/s 的生态用水; 当入库流量较大时, 适当调整放水洞工作闸门增大出库流量, 出库流量略小于入库流量, 确保水库缓慢渐进式蓄水, 直至蓄至 3954.00m。在蓄水过程中密切监测大坝、溢洪道 I、溢洪道 II 等建筑物的工作性态, 分析坝体浸润线高程是否在正常值范围内, 渗水压力和渗流量是否发生突变。若发现任何异常问题, 迅速停止蓄水, 果断弃水并分析查找原因制定解决方案。

3 蓄水安全措施

3.1 为保证工程安全, 蓄水前严格检查监测仪器和设备, 使之处于正常工作状态, 并认真测取各项初始值。认真观测渗流量、渗水压力等参数值是否在设计要求范围内, 以便进行下一级蓄水, 否则停止蓄水, 并分析原因, 研究处理措施。

3.2 在水库蓄水期间巡视检查组严密监视大坝上、下游坝坡, 一旦发现坍塌、滑坡、散浸、管涌、流土、漏洞等异常情况, 立即停止蓄水, 并分析原因, 研究处理措施。

3.3 库区设立警示标志, 以便提醒当地及外来人员注意安全。

3.4 蓄水前与当地政府部门有效沟通, 通报蓄水计划, 讨论蓄水期间的安全措施, 以获得当地各相关部门的支持, 保证蓄水安全。

3.5 将蓄水计划通知下游各梯级电站, 以便发电厂做好准备、调整发电计划, 将发电损失降到最小。

4 温泉水库下闸蓄水运行管理

4.1 管理机构

温泉水库总库容 2.55 亿 m^3 ，是一座以径流调节为主兼顾防洪的 II 等大（2）型水库。工程于 1991 年 8 月动工兴建，1993 年 8 月 20 日下闸蓄水，开始蓄水试运行，1996 年 12 月竣工并投入运行。

水库管理单位为青海省格尔木温泉水库管理所，为便于水库的安全运行与管理，管理所专门下设生产运行科，设有运行科科长、副科长、水库运行员、机械修理、司助、保卫、安全员等岗位，人员编制 25 人。

水库运行遵照国家有关法律、法规执行，同时结合格尔木河的综合开发，执行地方调度。

4.2 管理设施

温泉水库已完成安全监测工程和水情自动测报系统工程建设，目前处于试运行、数据分析调试阶段，水库各项参数、指标皆处于可监控阶段，为水库下闸蓄水安全提供了有力保证。

温泉水库新建管理房已交付使用，20KW 太阳能光伏电站的建成为安全监测自动化和水情自动测报系统的正常运行提供了可靠电源。

另外，温泉水库专门配备了 100KW、50KW、30KW 柴油发电机各一台。100KW 柴油发电机为平时调节流量时为放水洞闸门、新建溢洪道 II 闸门启闭、起降提供动力。50KW 柴油发电机作为 100KW 无法正常提供动力的紧急备用电源。这两台发电机放置在距离放水洞闸门启闭室和溢洪道 II 闸门启闭室各 30 米。30KW 柴油发电机放置在邻近的另一间库房，为冬季管理房取暖锅炉运行提供动力。

4.3 管理任务

水库管理的任务：确保工程安全，充分发挥工程效益，不断提高管理水平。主要工作内容如下：

4.3.1 掌握并熟悉本工程的规划、设计、施工和管理运用等资料，以及国家基础设施、厂矿企业与水库运行有关的情况；

4.3.2 定期对工程的运行情况作出评价，发现问题及时处理维修，重大问题及时上报有关部门并提出处理意见；

4.3.3 制定合理的水库调度计划，确保下游工业、农业、生态、生活用水要求和工程效益的发挥；

4.3.4 建立健全各项档案、编写大事记；

4.3.5 通过运行管理，积累资料，分析整编，总结经验，不断改进工作；

4.3.6 贯彻执行有关方针政策和上级主管部门的指示。

5 管理办法

合理利用水资源，在确保工程安全运行，保证下游用水要求的前提下合理有效进行水库运行，特制定以下措施：

5.1 建立健全岗位责任制，明确职责，奖罚分明，制定水库运行管理制度。

5.2 对各建筑物、各类设施经常检查，定期进行大坝变形监测、渗漏监测、渗水压力监测、放水洞和溢洪道启闭情况检查，做好记录，对资料进行整理分析，发现不正常的情况，应分析原因，及时处理。

5.3 为保证设备完好和工程的正常运行，根据“经常养护，随时维修”的原则，对工程要建立经常性养护，定期维修和大修等制度。

5.4 为确保工程安全，合理利用水资源，充分发挥工程效益，应制定工程年度运行计划，报上级主管部门审批后执行。

6 水库调度管理

水库除险加固后并最终通过竣工验收后，水库洪水调度方式为，在遭遇洪水时，在正常高水位 3956.40m 起调，先启用新建的溢洪道 II，闸门局部开启，洪水来多少泄多少，水库不调蓄，维持正常高水位运行。来水继续加大，当达到 $150m^3/s$ 时（约 10 年一遇洪水）时，闸门全开敞泄，此后库水位上升，溢洪道 I 参与共同泄洪，水库开始调蓄洪水。^[2]

这种洪水调度方式可使水库各挡水和泄水建筑物更多的在较低水位下运行，多用新建的溢洪道 II，少用较旧的溢洪道 I，对各建筑物的安全更有利。这样调度对 10 年一遇以上的洪水都能起到调蓄削峰作用，更能提高下游防护对象的防洪标准

但汛期来临前将水库水位控制在汛限水位 3954.00m 左右。在最初几年蓄水过程中控制蓄水位提升速度，控制每年最高水位增高不超过 2m。严密关注大坝水平、垂直位移等变形情况以及大坝渗流量的变化情况，一发现异常立即停止蓄水，查明原因，及时采取措施。

7 大坝观测管理

在观测管理方面，因安全监测自动化工程已投入试运行，坚持每月进行大坝渗流观测 8 次。在洪水季节及水位上升较快增加观测次。随时监测大坝渗水压力数位的变化，发现异常后停止蓄水查找原因，采取可行的办法和措施进行处理。在大坝观测各项数据结果稳定或基本掌握变化规律后，观测次数可适当调整。注意做好记录整理工作和观测数据的分析工作，随时掌握大坝实际运行工况。

8 水库运行方式的确定

水库洪水调度方式为，在遭遇洪水时，在正常高水位 3956.40m 起调，先启用新建的溢洪道 II，闸门局部开启，洪水来多少泄多少，水库不调蓄，维持正常高水位运行。来水继续加大，当达到 $150m^3/s$ 时（约 10 年一遇洪水）时，闸门全开敞泄，此后库水位上升，溢洪道 I 参与共同泄洪，水库开始调蓄洪水。

正常溢洪道采用闸控式驼峰堰，堰顶高程 3954m，采用 2 孔 11m 宽闸门，堰顶净宽 22m。水库在 5000 年一遇校核标准下，水库最高水位为 3958.10m，与原水库校核洪水位同高，其中正常溢洪道 I 最大下泄流量为 $117.47m^3/s$ ，正常溢洪道 II

最大下泄流量为 322.39m³/s。

温泉水库提高标准后各特征水位表

序号	特征水位	水位 (m)	备注
1	500年一遇校核洪水位	3958.10	与原技施设计值同高
2	500年一遇设计洪水位	3957.79	比原技施设计值高0.47m
3	正常蓄水位	3956.40	与原技施设计值同高

[参考文献]

-
- [1] 王晓, 张文. 水库运行管理及调度的有效方法分析 [J]. 黑龙江科技信息, 2014, 25: 193.
[2] 杨明, 王秉玉. 试论水库运行管理及调度的有效方法 [J]. 水利规划与设计, 2011, 06: 63~65.



防护与通讯光缆在电力系统中的优化应用

王国新¹ 任宝海² 张甲远¹ 王振潮¹

1 青岛特锐德设计院有限公司, 山东青岛 266000

2 青岛纳格西斯商标有限公司, 山东青岛 266000

DOI:10.33142/hst.v1i1.12

[摘要] 针对目前防护与通讯光缆在电力系统中的应用问题, 进行分析、研究, 提出了优化的方法及新型光缆连接组件的应用, 实现光缆的“模块化、标准化”应用设计。

[关键词] 防护与通讯; 熔接; 光缆组件

前言

电力系统中常用光缆芯数多选用 4 芯、8 芯、12 芯、24 芯等, 光纤类型主要为多模 62.5 μm。在同一房间内通常采用两端预制的尾缆, 场地上或出小室则采用室外光缆, 敷设完毕后由施工方或厂家组织现场熔接。由于经验、工期等条件限制, 部分监控用电缆采用在桥架或地面上直接敷设、捆扎光缆方式施工。而借鉴其它行业如通信行业的成熟经验, 采用光缆槽盒对光缆进行保护的设计。

1 目前应用中的主要问题

1.1 缺乏规范, 选型较为随意

目前, 在电力系统中防护与通信光缆系统的构建中并没有统一的技术及相关规范。光缆一般委托施工单位或设备厂家自行提供, 设计只给出芯数和长度。即便在同一工程中, 不同厂家提供的光缆性能指标也常常各异, 如果在光缆敷设过程中, 忽视不同厂家光缆的最大拉伸力、最小弯曲半径等指标差异, 采用相同的敷设及线缆整理工艺, 就有可能对光缆形成损伤, 影响系统长期工作可靠性。

1.2 目前常用光缆工艺落后

传统的光缆熔接工艺工序繁琐, 费时费力, 工作量大。并且熔接对环境要求较高, 温度、湿度、粉尘及人员水平等都会对熔接质量及进度产生影响, 并易形成安全隐患。

1.3 施工和检验标准不完备

而目前由于光缆技术规范的缺乏, 相应的施工工艺也缺乏明确标准, 各参建方往往自行其是, 由于机械折弯、踩踏、生拉硬拽等不当施工造成的光缆损坏屡见不鲜。

1.4 缺乏光缆系统管理体系

由于当前电力计算机通讯光缆系统建设的从属地位, 光缆系统本身没有象智能变电站的主要装置那样被纳入智能变电站的全生命周期管理体系, 设计、制造、施工、维护等部门各自为政, 只满足自身需要即可, 对后续环节考虑不周。例如设计经常调整, 光缆的生产及施工方无以适从; 而施工方又不规范敷设, 标识不清、光缆相互纠缠、甚至有很多安全隐患, 对后期运维造成很大困难^[1]。

2 防护与通信光缆优化整合

智能变电站中防护与通信光缆的用途: 主要用于合并单元智能终端与保护装置之间 GOOSE、SV 组网及故障录波、网络分析、对时等信号的传输以及通信装置与保护装置之间信号的传输。

以 220kV 智能变电站 220kV 线路间隔为例解释光缆的优化整合。

220kV 线路过程层设备配置: 2 台合并单元、2 台智能终端; 对应的间隔层设备有: 双套线路保护、双套母线保护、测控装置、电能表、故障录波、网络分析仪、时间同步对时装置等。

测控装置、故障录波、网络分析仪连接于 SV 网 +GOOSE 网络; 电能表连接于 SV 网; 保护装置采用点对点方式连接于过程层的合并单元和智能终端。时间对时通过网络同步。根据上述设备配置和设备连接关系对连接光缆进行选择^[2]。

每台合并单元应连接至 SV 网、母线保护、线路保护, 每个连接占用 1 根光纤芯, 共需 6 芯; 每台智能终端应连接至 GOOSE 网、母线保护、线路保护, 每个连接占用 2 根光纤芯, 共需 6 芯; 由于起点都为 220kV GIS 智能控制柜, 终点都为二次主控室, 故可共用一根光缆。

双套系统采用不同的光缆传输。第一根光缆需使用 12 芯, 第二根光缆需使用 12 芯。根据以上的统计并考虑一定量的备用芯, 第一根光缆采用 16 芯光缆, 第二根光缆也采用 16 芯光缆。

每个 220kV 线路部分由 12 根 4 芯光缆减少为 2 根 16 芯光缆, 按终期规模 (8 个 220kV 线路间隔计算) 敷设的光缆由原来的 96 根减少为 16 根, 节省室外铠装光缆护套材料及光缆敷设施工量 5.6km, 节省电缆护套材料及电缆敷设施

工量 5.6km。

3 光缆连接及光缆组件

3.1 光缆连接种类

光缆的连接方法主要有永久性连接、光缆组件活动连接。

1) 永久性光缆连接（热熔）

这种连接是用放电的方法将两根光纤的连接点熔化并连接在一起。一般用在长途接续、永久或半永久固定连接。其主要特点是连接衰减在所有的连接方法中最低，典型值为 0.01 ~ 0.03dB/点。但连接时，需要专用设备（熔接机）和专业人员进行操作，而且连接点也需要专用容器保护起来。

2) 光缆组件活动连接

活动连接是利用各种光纤连接器件（插头和插座），将光缆连接起来的一种方法。这种方法灵活、简单、方便、可靠，多用在建筑物内的计算机网络布线中。其典型衰减为 0.3dB/接头。

常见的连接器类型有 ST、LC、SC、FC 等。不同装置厂家配备的连接器各不相同，上述连接器在智能变电站中都经常使用。

3.2 光缆连接优化方案

智能变电站中数据的采集、通讯、跳闸等都通过光缆实现，与常规变电站相比，其控制电缆的用量大大减少，但随之而来的是对光缆的需求量巨增。也由此产生了一些新的问题，例如：

1) 常规方案具体连接顺序：“智能装置 + 光纤跳线 + 光配架 + 光缆 + 光配架 + 光纤跳线 + 智能保护测控装置”，需要经过六级转接，相对光损较大；光配架上光缆密度高，尾纤混乱，维护检修很不方便。

2) 现场熔接工作量大，熔接质量难以保证；据统计一个典型 220kV 智能变电站中熔接点约为 6000 个，工作量非常大。

3) 就地放置的智能单元、电子互感器等使用的尾纤在环境温度较高时变软，而且由于衰减变化，造成通讯不稳定。针对智能变电站中光缆连接方案存在的上述问题，优化方案：

1) 采用工厂预制光缆组件，具体连接顺序“智能装置 + 带预制组件的尾缆 + 智能保护测控装置”，两级转接就完成了，现场即插即用，取消现场熔接，避免了人为的不可控性，可靠性大大提高。

2) 二次设备屏柜间光缆连接，采用尾缆，二次设备至配电装置区智能控制柜的光缆连接全部为点对点的光缆组件，中间不需熔接。

3) 采用诸如弯管保护等多种手段合理管理尾缆、尾纤，保证柜内整洁、美观，维护方便。

4) 采用智能连接器，使用的尾纤采用特殊材质，保证在高温条件下稳定可靠，提高通讯可靠性。

3.3 光缆组件

3.3.1 光缆组件连接的主要特点如下：

1) 工作环境温度范围：-40℃ ~ +70℃。

2) 可靠的分支设计，方便安装。

3) 分支器 IP67 防护，防尘防水满足室外恶劣环境的应用。

4) 所有的连接器均可以安装，可以与不同形式光缆连接。

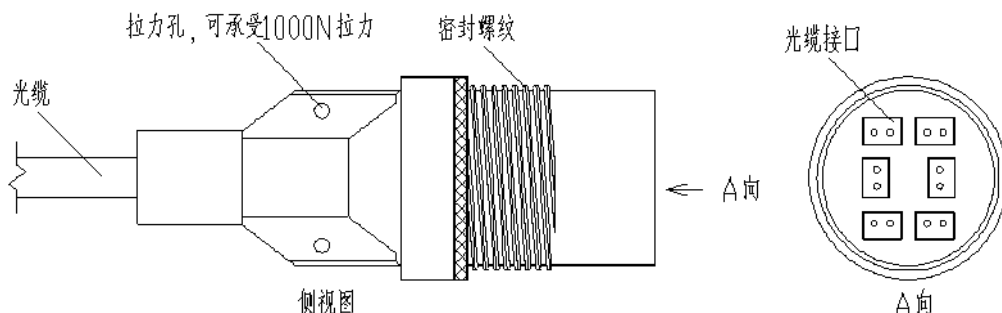
5) 免熔接，减少施工成本，提高安装可靠性，节省安装时间。

6) 标准化产品类别，灵活多样的组合安装方式。

7) 采用光纤余长管理托盘及其附件，可以有效的整理多余的光缆和满足不同进向的光缆连接。

3.3.2 光缆组件连接系统组成

以下为预制光缆组件资料图：



4 结语

采用工厂预制光缆组件方案，取消现场熔接，现场即插即用，实现施工的无熔接过程，施工效率提高 80%，缩短施工周期，减少施工过程中人为因素影响，保证施工质量。采用先进成熟工艺，充分体现工厂化加工、集约化施工、模块化，符合“两型一化”精神。

[参考文献]

[1] 孙学康 著《光纤通信技术》人民邮电出版社 2008-05

[2] 宋庭会 著《智能变电站运行与维护》中国电力出版社 2013-03



浅谈富水砂层中的顶管施工技术

周 杨

中铁八局集团第一工程有限公司，重庆 400050

DOI:10.33142/hst.v1i1.13

[摘要] 本文以新加坡榜鹅北市政工程项目的污水干管施工为例，阐述了在富水砂层地区，利用双管注浆对工作井顶管机始发和接收洞口范围地层预加固及安设止水圈，解决了富水砂土层在扰动后易液化形成流砂进入作业面而无法正常施工的难题；在膨润土浆液中掺入粘聚性能的外加剂，使泥水平衡顶管循环浆液通过的砂土层具有一定的自稳能力，解决了砂土地质顶管施工地面下沉过大的施工技术难题。经工程实践，效果良好，对类似工程的设计和施工提供技术参考。

[关键词] 富水砂层；顶管施工

1 工程背景

新加坡榜鹅北市政项目位于其东北部的海滩砂围填区，该项目的污水干管网系统部分主要有管径有 $\Phi 400\text{mm}$ 、 $\Phi 600\text{mm}$ 、 $\Phi 900\text{mm}$ 直径 3 种规格，总计 1655.5m 污水顶管和 29 个人孔检查井。最小顶进区间长 20m，最大顶进区间长 113m。

该区域地层自上而下为素填土、中粗砂、海泥质土，地下水位 $-1.5\sim-3.9\text{m}$ ，见表 1-1。顶管埋深在 5m~24m 间，污水管道位于承压水中，极易产生流砂现象，工作井及顶管作业施工难度大^[1]。

表 1.1 地下水位监测表

日期	时间	探孔深度 (m)	测管深度 (m)	水位 (m)	备注
2013. 12. 06	18:30	7	3	-1.5	
2013. 12. 07	08:30	7	3	-2.3	
2013. 12. 07	18:30	31	15	-2.5	
2013. 12. 09	08:30	31	15	-3.2	
2013. 12. 09	18:30	49	21	-3.6	
2013. 12. 10	08:30	49	21	-3.9	

2 施工技术

2.1 总体方案

污水干管的总体施工顺序：先施作工作井，之后施作顶管区间，待同一工作井中各个方向的顶管区间都完成后，再施作永久人孔井^[2]。顶管施工总体布置见图 2.1-1 所示。

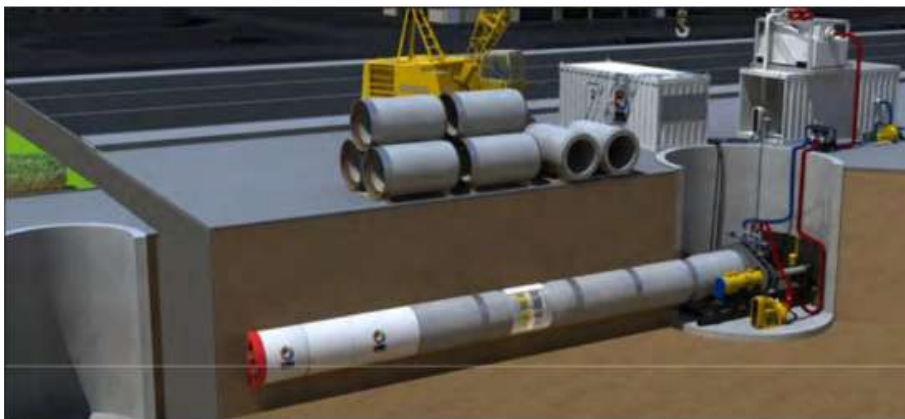


图 2.1-1 顶管施工示意图

工作井根据顶管机的作业空间要求采用 6m 直径的圆形沉井法施作，利用长臂伸缩抓泥斗直接在井口出土接高下沉。工作井周边顶管机始发和接收区 $3\text{m}\times 1.2\text{m}\times 3\text{m}$ 范围采用双管水泥浆旋喷桩进行地层预加固。

顶管区间采用泥水平衡式顶管机顶进，顶管机设备采用人工配事履带吊安设。正常顶进施工后，污水管采用吊架

逐节吊装后顶进。顶管施工完成后，顶管机头从接收井处由人工配合履带吊吊出，顶进后配套从始发井吊出。^[2]

顶管工程工艺流程：测量引点→工作井施工→测量放样→井下导轨机架、液压系统、止水圈等设备安装→地面辅助设施安装→顶管掘进机吊装就位→激光经纬仪安装→掘进机出工作井→正常顶进→顶管机进接收井。

2.2 洞口地层预加固

在工作井下沉到位后，为了防止泥砂在顶管始发及接收洞口打开时进入工作井内，采用双管旋喷注浆机对洞口处的顶管线路中心外 3m 范围进行定位预加固，见图 2.2-1、图 2.2-2、图 2.2-3 所示。水泥水玻璃浆液配比为 1:1，注浆压力 0.2~0.3MPa。

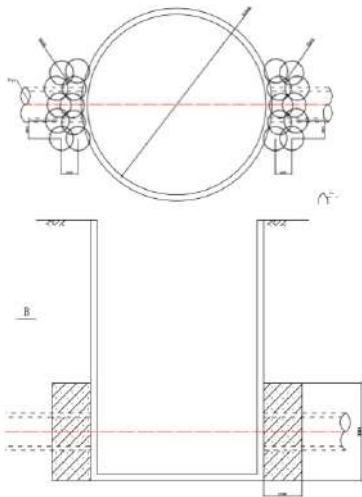


图 2.2-1 洞口地层预加固范围



图 2.2-2 洞口地层预加固施工图



图 2.2-3 顶管始发 / 接收处工作井外地层加固效果

2.3 洞口止水圈

为了防止顶管机始发和接收时泥水进入工作井以及顶进过程中触变泥浆的流失，在工作井壁顶管始发及接收洞口处安设橡胶止水圈。由于工作井为圆形，在顶管出洞口周边的内壁先浇筑一堵弓形的前止水墙，前止水墙为 C30 素混凝土现场模注，洞口止水圈安装在止水墙的平面上。见图 2.3-1、图 2.3-2 所示。

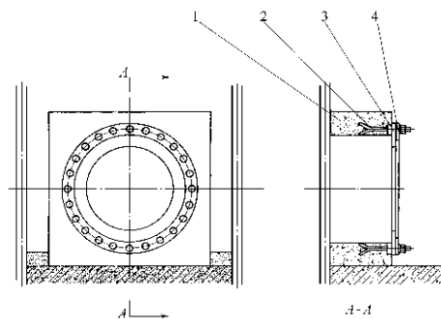


图 2.3-1 洞口止水圈构造

1-前止水墙；2-预埋螺栓；
3-橡胶止水圈；4-压板



图 2.3-2 顶管始发洞口止水装置

2.4 注浆减阻

因顶管位于富水密密的砂层中，顶进过程中利用膨润土浆液进行泥浆循环出渣，同时膨润土浆起到护壁和润滑的作用，以此达到减小顶进中的管壁摩阻力。经过多次试配，在膨润土浆中掺入 2% 的 (HDD Grade Bentonite) 外加剂，改善了普通膨润土浆液的性能，使顶管机通后区域具有一定的自稳能力，减小了地面沉降的产生，也减小了砂层对顶管机摩阻力。见图 2.4-1、图 2.4-2、图 2.4-3、图 2.4-4、图 2.4-5、图 2.4-6 所示。

表 2.4-1 改良膨润土浆液配比 (单位: kg)

材料名称	水	膨润土	外加剂	备注
配合比	80	20	2	PH 9.5



图 2.4-1 外掺剂样品



图 2.4-2 掺与未掺外加剂的对比



图 2.4-3 掺外加剂反转分层明显



图 2.4-4 未掺外加剂的反转后砂往下掉



图 2.4-5 浆液改良砂土扰动试验



图 2.4-6 浆液改良砂土扰动试验效果

2.5 顶进线型控制

顶进施工前, 采用 GPS 和经纬仪在工作井顶测设出管道的轴线方向和高程控制点, 并将这些控制点引测到工作井底工作上的稳定桩点上。采用架设在顶管机后背顶上的激光对准仪对顶管线型的控制, 根据顶管操作仪表盘上反馈的数据信息及时采取纠偏。见图 2.5-1 所示。

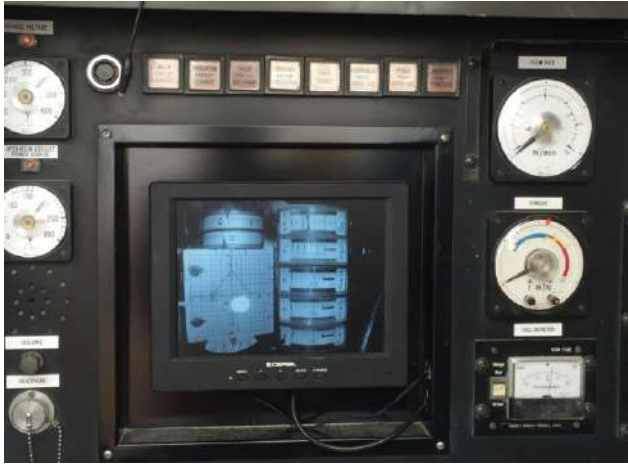


图 2.5-1 激光靶心在操作仪表盘上的适时位置

3 结束语

经本工程实践，在富水砂层地区采用双管旋喷注浆预加固顶管工作井洞口周边地层，加设洞口止水圈，达到了防止泥水进入工作井的效果，29个工作井未发生一起泥水进入工作井的现象。利用掺入外加剂改良的膨润土浆液，加入泥水平衡顶管机的泥浆循环系统，改善砂土性能，减小了顶进摩阻力又控制了地面下沉，地面最大沉降为5mm。采用激光准直仪对顶管线型实时监控，确保了顶管的轴线位置准确，最大顶管轴线偏差40mm。实践表明，在富水砂层采用双管旋喷注浆预加固工作井洞口地层，在洞口安设止水圈，改良顶管顶进循环泥浆能性的综合施工技术是成功的，特别是对浆液性能的控制至关重要。

[参考文献]

-
- [1]CECS 246:2008. 中国工程建设协会标准，给水排水工程顶管技术规程.
 - [2] 中国非开挖技术协会，2006. 中国非开挖技术协会行业标准，顶管施工技术及验收规范.



新时期大数据智能电网构建研究

魏晓晨¹ 王振潮¹ 王国新¹ 黄际太²

1 青岛特锐德设计院有限公司, 山东青岛 266000

2 山东世纪阳光纸业集团有限公司, 山东青岛 266000

DOI:10.33142/hst.v1i1.14

[摘要] 本文主要研究了大数据下的智能电网建设内容。文章首先分析了大数据智能电网, 依照文献内容明确了大数据下的智能电网特征。然后在该基础上对大数据下的智能电网建设内容进行深入挖掘, 从数据库、算法、存贮及处理四项内容着手, 对智能电网构建进行完善。本文对大数据下的智能电网发展具有一定的贡献性作用。

[关键词] 大数据; 智能电网; 特征; 构建

1 大数据智能电网概述

智能电网与传统电网存在非常大的差异, 其数据内容较为复杂, 系统结构较为庞大, 处理难度较高, 已经成为电网建设中的核心部分^[1]。智能电网中的智能是建立在大量数据基础上的, 具有明显的大数据特征, 其具体大数据内容主要表现在以下几方面。

第一, 大量的设备数据: 智能电网对设备信息具有较高的要求, 需要及时掌握设备的实时信息, 依照实时信息完成智能控制; 第二, 大量的状态数据: 智能电网为了实现电网运行状态的捕捉, 需要及时对上述系统中的信息进行收集, 系统采样频率较高。系统在上述状况下可以获得大量连续信息, 信息能够及时反映系统状况, 信息体系非常庞大; 第三, 大量的细节数据: 智能电网可以对系统各个细节进行全面控制, 可以实现实时变化控制, 对系统细节进行调整。

大数据智能电网具有典型的智能化数据特征, 其具体表现为: (1) 具有非常大的数据量信息, 其数据内容量非常高, 可以生产出几十甚至几百 TB 系统数据信息; (2) 内容非常复杂, 可以产生文本数据、历史数据、多媒体数据等, 以不同的数据信息完成高效信息交流, 改善电网智能化效益; (3) 内容数据价值密度较低, 数据内容实时获取, 信息密集度价高, 可以全方面反映系统存在的问题, 数据信息准确性较高; (4) 系统处理效率较高, 可以通过智能化系统完成数据的全面处理, 以智能化技术手段对在线和离线数据进行及时分析, 数据利用效益非常高; (5) 数据质量普遍较高, 数据真实性可靠级别一般高于其他系统数据真实性, 可以依照数据进行准确预测, 系统处理可靠性较为可观。

2 基于大数据的智能电网建设

2.1 智能电网并行数据库构建

作为数据库的重要组成部分, 并行数据库直接影响着数据库的关系结构, 可以通过数据内容形式转变为系统提供高质量、高效益的数据信息, 对数据安全性和可靠性的提升具有非常好的促进作用。

并行数据库在建设的过程中要对关系数据库进行全面控制, 要依照数据结构状况、分析状况、存贮状况等形成有效处理体系, 提升数据安全性及可靠性。智能电网并行数据库构建要先设置好存贮结构, 依照系统数据内容对存贮层次进行明确, 从而保证数据能够被及时、高效利用。其次要对数据查询系统进行完善, 依照智能化技术对数据查询层次进行明确, 将查询内容与数据库层次桥接起来, 从而形成一一对应结构体系, 保证数据能够快速、准确查询及应用。最后, 要做好数据库语言设置, 当前智能电网并行数据库中可以选择 SQL 语言, 使用 scale out 方式及 RDBMS 技术对数据库应用性能进行提升。

2.2 智能电网云计算体系构建

我国云计算体系在大数据智能电网中应用范围较窄, 一般多用于电力设备状态监测过程中。当前云计算体系在上述内容运用时主要通过构建电力系统仿真云计算中心实施各项工作, 以基础云、管理云、计算云三相内容达到数据的仿真处理, 对系统状况进行模拟和分析, 其整体构建内容较为单一。

随着大数据智能电网的不断丰富和数据计算技术的不断改善, 强化云计算体系结构, 形成新的云计算体系层次已经势在必行。智能电网云计算体系在构建的过程中需要对数据存贮及数据并行内容进行合理设置, 要依照智能化技术保证数据能有序处理, 从而提升数据处理的有效性和合理性。智能电网云计算体系构建时要做好对分布式文件系统的把握, 要以该内容为核心构建理论进行计算安排。体系要针对电网中的重要内容, 依照系统指标状况及系统运行状态实施对应监测, 从而获取有效信息。在采集完成数据后, 云计算体系要依照上述信息和 Hadoop 内容, 构建对应虚拟化技术体系及分布式冗余存贮体系, 对数据进行处理及存贮, 从而实现智能电网大数据的全方位计算。

2.3 智能电网数据传输构建

传统电网数据内容较少, 系统对数据形势要求较低, 散乱数据对整体系统处理并没有过多影响。但是在大数据智

能电网中，电网内容非常庞大，散乱数据可以直接造成数据拥堵，导致系统数据处理效益大打折扣。因此，在实施数据传输体系构建的过程中大数据智能电网要最大限度压缩电网中的各项数据，将散乱形式数据内容转变为集中式数据包，以数据包代替原有数据散漫传输过程中可能出现的拥挤现象，改善数据传输效益。

随着大数据智能电网建设的不断深入，数据传输已经得到了非常大的改善和提升，已经开始由单纯数据压缩转变为数据压缩及格式转变高集成化，实时信号数据的压缩效益及重构效益得到了本质上的改善。当前常见的数据传输处理技术主要包括自适应多级树集合分裂算法处理技术、稳态数据参数化压缩算法处理技术、基于小波上的参数化压缩算法处理技术等。

2.4 智能电网数据存贮构建

存贮体系在构建的过程中可以依照数据状况进行对应选取，需要依照大数据智能电网性质及数据状况形成对应同质结构，从而保证数据存贮的合理性。存贮体系构建时要控制好非结构化及半数据化存贮效果，要依照数据层次及数据同质将不同数据筛选、分层、转化，形成同样结构化的系统格式，依照上述格式特征存贮，改善大数据智能电网数据的查询效益和处理效益。

当前智能电网云中常选取实施数据存贮、分布数据存贮等方式，通过数据层次及数据状态完成各项存贮效果的优化，提升系统处理有效性及可靠性。但随着智能电网发展内容的不断深化，其非结构化及半结构化数据量不断加大，在上述数据信息转变环境下，形成新的数据存贮方式已经势在必行，在今后大数据智能电网建设中需要进行深入研究。

2.5 智能电网实时处理构建

实时处理需要对数据处理速度进行全面把握，要保证从速度上提升数据指标的控制效益，从而实现数据内容的优化。智能电网实时处理构建时要首先对内存读写硬件进行提升，要从硬件提升系统数据处理的质量^[2]。其次要对数据库与算法的结合状况进行提升，形成智能数据分析方案，从而改善智能电网数据处理运用效益，例如 SAP 的 HANA 内存数据处理体系。再次，要建立系统索引结构，适当丰富物联网技术，依照物联网技术对索引内容进行完善，提升系统实时处理效益。最后，要强化大数据处理体系技术的选取，依照具体用电状况及电网运行状况选取对应技术方案，保证处理的有效性和可靠性。当前常见处理技术主要包括异构多数据源处理技术、大数据可视化分析技术等。

异构多数据源处理技术：该技术主要针对系统中的异构信息，可以通过智能电网数据库完成各项异构信息的整合处理，加工大规模信息数据集中、筛选、处理，从而形成简化配置数据体系。异构多数据源处理技术可以在数据中心对上述数据进行统一处理，以数据中心模型规范数据表达形式，实现数据存贮和查询内容的简化，提升存贮和查询效益。

大数据可视化分析技术：该技术主要针对智能电网中屏幕数据显示状况，主要通过一定的信息技术手段完成对大量数据的处理^[3]，确保数据能够直观、清晰地在屏幕中全部显示出来，让用户能够直接了解智能电网数据状况。大数据可视化分析技术中数据集可以达到 TB 数量级以上，可以依照定性及定量两种形式实施处理，绘制高精度、高分辨率屏幕图像，数据处理效果非常显著。

3 总结

随着电网设备的不断丰富和电力技术的不断提升，大数据智能电网已经成为我国电网的主要发展方向。在大数据的智能电网建设过程中，人员要控制好大数据内容体系，要依照其内容及特征形成对应数据库、算法及处理体系，提升大数据应用效益。要适当改善大数据内容体系，对其数据体系进行完善，改善数据分析效果，提升智能电网系统带的拓展性和可靠性。

[参考文献]

-
- [1] 李振元, 李宝聚, 王泽一. 大数据技术对我国电网未来发展的影响研究 [J]. 吉林电力, 2014, 01:10-13.
 - [2] 宋亚奇, 周国亮, 朱永利. 智能电网大数据处理技术现状与挑战 [J]. 电网技术, 2013, 04:927-935.
 - [3] 粟之梁. 大数据在智能电网中的技术应用体系和路线图 [J]. 企业技术开发, 2013, 20:109-110.



智能变电站中线路防护设备的应用设计

张宗伟¹ 王志祥² 梁道营² 王国新²

北京国网普瑞特高压输电技术有限公司, 北京 100000

青岛特锐德设计院有限公司, 山东青岛 266000

DOI:10.33142/hst.v1i1.15

[摘要] 根据国家电网对设计标准化的要求, 结合电力系统智能化、网络化、信息化的特点, 以线路防护的智能化设备的应用设计为例, 对线路智能设备的配置及应用设计标准化初步阐述。

[关键词] 防护设备; 智能组件; GOOSE; SCD文件

引言

随着新技术的不断发展, IEC61850 通信标准的日趋完善, 智能设备在变电站标准化中得到了广泛的应用, 为构建智能化、网络化、信息化的智能变电站打下了坚实的基础。

线路是变电站能源提供的入口及路径, 线路防护设备是智能变电站防护标准化系统的重要组成部分^[1]。下面结合智能变电站及标准化设计的相关要求及个人的实践经验, 介绍线路防护设备的配置及应用。

1 线路防护设备的组成

线路防护设备主要包括: 智能开关、智能组件、保护测控装置、网络设备等。智能开关属于线路的一次设备, 用于线路的投退的关键设备; 保护测控装置属于二次设备, 是保证线路安全可靠运行必要设备; 智能组件是一次设备与二次设备联系的枢纽; 智能组件和二次设备通过网络设备接入到智能变电站防护标准化系统中^[2]。

2 线路防护设备的配置及实现方案

220kV 线路是电力系统中典型的高压输电线路, 以 220kV 线路的智能设备为例, 介绍线路防护设备的配置及实现方案。

2.1 智能开关

开关配置双跳圈和单合圈; 配置防跳及压力闭锁功能; 提供两套公用运行状态信息。

2.2 智能组件

220kV 线路智能组件双重化配置, 两套合并单元、两套智能终端, 分别对应两套线路防护测控装置。智能组件安装于 220kV GIS 现场的智能控制柜内。

2.2.1 合并单元: 目前智能站的采样模式: 常规电流(电压)互感器+合并单元的采样模式。

(1) 合并单元采集本间隔互感器的电流、线电压信号, 通过 SV 接收来自母线合并单元提供的两个母线电压, 通过 GOOSE 信号获取断路器、刀闸位置信息, 实现电压切换功能;

(2) 两套合并单元分别接入电流互感器的两组独立的保护级二次绕组, 分别与两套保护一一对应;

(3) 合并单元光口分配: 7 个 DL/T860.92 规约光口(1-保护, 2-母差, 3-测控, 4-智能终端(采集母线刀闸位置), 5-录波, 6-网络分析仪, 7-备用), 两个 FT3 口(1-电压 1, 2-电压 2), 1 个对时口。

2.2.2 智能终端:

(1) 智能终端具有开关量和模拟量采集功能; 开关量输入采用强电(DC220V)方式采集, 不少于 56 路; 模拟量输入具备接收 4~20mA 电流量和 0~5V 电压量功能, 不少于 8 路。

(2) 智能终端具备断路器操作箱功能, 包含分合闸回路、合后监视、重合闸、操作电源监视和控制回路断线监视、跳合闸自保持、跳合闸压力监视与闭锁等功能。

(3) 智能终端光口分配: 7 个 DL/T860.92 规约光口(1-保护, 2-母差, 3-测控, 4-合并单元(提供母线刀闸位置), 5-组网(录波、网络分析的 GOOSE 用网络口), 6、7-备用), 1 个对时口;

(4) 智能终端不设置防跳功能, 防跳功能由断路器本体实现; 智能终端安装处保留总出口压板和检修压板;

(5) 按断路器双跳圈配置双智能终端, 两套智能终端均具备跳闸及测控功能; 仅智能终端 I 与断路器的单合圈连接; 智能终端 II 的合闸输出接到智能终端 I 的合闸输入; 线路间隔两个智能终端之间重合闸具备闭锁放电一致性连线, 保证外部跳闸时两套重合闸闭锁放电行为的一致性。

2.3 线路防护测控装置

(1) 线路防护采用保护测控一体化装置, 双套配置(一套光纤差动一套距离), 两套保护之间互相独立, 互不影响;

光线差动保护采用专用光纤通道，距离保护采用 2M 复用光纤通道。

(2) 两套保护设备分别采集一次设备公用的运行状态信息，确保一套保护测控装置退出运行时，另一套仍能正常工作；两套保护分别两套智能终端以实现智能开关及隔离接地开关的控制。

(3) 保护装置除失电告警信号以硬接线方式接入公用测控装置外，其余告警信号均以网络方式传输^[3]。

(4) 每套线路防护均含重合闸功能，两套重合闸采用一对一启动和断路器控制状态与位置启动方式，不采用两套重合闸互相启动和相互闭锁；重合闸通过两套智能终端互相闭锁。

(5) 两套线路防护测控装置直接采样、直接跳闸，跨间隔信息(启动失灵和母差保护跳闸)采用 GOOSE 网络传输方式。

(6) 保护测控装置的光口配置：5 个 DL/T860.92 规约光口(1- 保护(合并单元)，2- 保护(智能终端)，3- 组网(失灵、录波、网络分析的 GOOSE 用网络口)，4、5- 备用)；采用电 B 码对时。

(7) 两套线路防护测控装置安装于主控室内。

2.4 网络设备

网络设备主要包括站控层交换机和过程层 GOOSE 交换机。

1) 站控层交换机分 A 网 B 网，安装在主控室的站控层交换机柜内，两套线路防护测控装置分别与 A、B 网站控层交换机连接。

2) 过程层交换机分 A、B 网，安装于线路防护测控柜内；智能组件 I、II 与保护测控装置 I、II 分别柜内的 A、B 网 GOOSE 交换机连接。

失灵、录波、网络分析等 GOOSE 信息通过 GOOSE 交换机传递。GOOSE 交换机配置百兆光 20 口(1310nm)，千兆光 2 口(850nm)，冗余 220VDC/AC 双电源。

2.5 光缆配置及实现方案

1) 光缆型号选取 4、24 芯两种型号的铠装渐变型多模光缆；

2) 合并单元 I+ 智能终端 I+ 合并单元 II+ 智能终端 II 组 1 面智能控制柜，安装于 220kV GIS 现场。柜内配置 2 台 36 口光配，配置 2 根 24 芯光缆分别连接两套线路防护；光缆的光芯分配：1、2- 合并单元 I(II)- 线路防护 I(II)，3、4- 智能终端 I(II) - 线路防护 I(II)，5、6- 合并单元 I(II) - 母线保护 I(II)，7、8- 智能终端 I(II) - 母线保护 I(II)，9、10- 备用，11- 合并单元 I(II) - 对时装置，12- 智能终端 I(II) - 对时装置，13、14- 合并单元 I(II) - 故障录波，15、16- 合并单元 I(II) - 网络分析仪，17-18- 智能终端 I(II) - 线路防护柜 A(B) 网 GOOSE 交换机，19~24- 备用。智能柜内合并单元和智能终端的全部信息全部接到线路防护柜内。

3) 线路防护测控装置 I+A 网 GOOSE 交换机 + 线路防护测控装置 II+B 网 GOOSE 交换机组柜，安装于主控室内。柜内配置 2 台 48 口光配，每个光配的前 24 口与智能控制柜内的光配一一对应，后 24 口用于非本柜内 SV、GOOSE 信息的转接，这样实现本间隔一次设备的信息全部接入到保护测控柜，母线保护、对时、故障录波、网络分析通过尾缆由线路防护测控柜转接到各自屏柜内。

3 线路防护设备的软件系统的配置

(1) 智能设备厂商提供装置配置工具，生成装置 ICD 文件，各类型装置 ICD 文件的模板 DataTypeTemplates 应一致，不能有冲突；

(2) 设计单位把各个 ICD 文件进行相应的设计关联，生成虚端子图。

(3) 系统集成商提供配置工具，导入装置 ICD 文件，根据虚端子图统一配置，生成全站 SCD 配置文件，其中保留 ICD 文件的私有项；

(4) 智能设备厂商使用配置工具导入 SCD 文件，增加自己的内部功能配置数据，生成最终下载到装置的 CID 数据文件，完成装置配置。

(5) 系统集成商进行全联调，完成智能设备最终配置。

4 结语

智能变电站防护标准化中的智能设备的设计及应用与线路防护设备是相似的，光口的配置及光缆的连接是重点。

[参考文献]

[1] 刘振亚 主编《国家电网公司输变电工程 通用设计》 中国电力出版社 2011 年 7 月

[2] 许志军 著 《电气标准化控制技术实训教程》 电子科技大学出版社 2008 年 9 月

[3] 殷琼 主编 《华北电网继电保护标准化设计》 中国电力出版社 2008 年 2 月



集成电路的假冒翻新现状

汤心悦

陕西烽火电子股份有限公司, 陕西宝鸡 721006

DOI:10.33142/hst.v1i1.16

[摘要] 假冒翻新处理的集成电路屡见不鲜, 针对该现状, 总结翻新件的特点及鉴别手段, 加强对供应商管理。希望在采购, 检验等整个生产流程中对翻新件严加识别控制。提高产品质量及可靠性

[关键词] 电子元器件; DPA; 供应商管理

1 翻新件定义

集成电路是目前使用最广泛的元器件种类之一。它是一种微型电子器件或部件, 采用一定工艺, 把一个电路中所需的晶体管, 电阻, 电容等元件及布线互连在一起。它覆盖的功能多, 应用广泛, 封装形式多, 适用于多种工作环境, 同时, 它也是在使用中失效率较高的元器件种类。近年来在我厂申请的元器件失效分析中, 塑封集成电路逐渐出现“怀疑失效是由于翻新引起/造成的”这样的结论。翻新件越来越成为大家关注的重点。翻新假冒塑封 IC 或已老化, 或引入潜在的损伤, 其可靠性已无法保障, 使用这些器件将导致系统的失效率升高。翻新件严重影响了产品质量、浪费大量的人力、物力, 承担了极大的风险, 可以说是贻害无穷。

目前还没有针对假冒翻新器件识别提出的任何标准, 常用的假冒翻新鉴别是通过 DPA 进行。DPA 是破坏性物理分析, 是为验证元器件的设计、结构、材料和制造质量是否满足预定用途或有关规范的要求, 对元器件样品进行解剖, 以及解剖前后进行一系列检验和分析的全过程。以集成电路为例, DPA 一般包括外部目检、X 射线检查, 粒子碰撞噪声试验 (PIND), 密封, 内部气体成分分析, 内部目检, 键和强度, 扫描电子显微镜检查。剪切强度这些项目, 在公司多次委托第三方进行 DPA 分析时, 一部分集成电路存在翻新迹象, 且失效分析也有部分电路是翻新件^[1]。美国汽车工程师协会 2009 年 4 月发布的航空航天标准《避免使用伪劣电子元器件, 检测, 降低伪劣电子元器件的影响和处理方案》中列举的伪劣元器件类型 (不局限于):

- 1) 与合格电子元器件相比, 内部结构不正确 (如芯片、制造商、引线键合等)
- 2) 将已使用过的、返修过的、回收的电子元器件充当新产品
- 3) 与合格电子元器件相比, 具有不同封装类型或引线涂覆

4) 实际未完全按照原始器件制造商 (OCMs) 的产品进行完整的生产和测试流程, 但表层已经完全按照 OSMs 生产和测试流程执行的电子元器件。

- 1) 表层是升级筛选的产品, 但未实现成功的完整升级筛选
- 2) 修改标签或标记, 在产品的外形, 安装, 功能和等级方面作假
- 3) 对相同外形特征的元器件进行特定的加工处理, 冒充某制造商的同批次, 同型号的新产品, 俗称翻新器件。

目前塑封器件的假冒翻新常出现在以下两种情况, 一是仿制加工, 将低等级或者是不同型号的东西重新加工标识, 制作成顾客需要的型号, 而在实际使用中可能功能与需要的完全不同。二是废品翻新, 将已经使用过的, 淘汰的, 甚至是不同型号的东西通过特殊工艺处理, 掩盖原有的型号标识, 制作成其他型号或者新批次的产品。在翻新时, 使用的加工方法会对器件造成损伤, 如打磨会造成芯片的机械损伤, 内部界面分层及静电损伤。

2 翻新件识别

翻新器件是指将淘汰的, 使用过的, 低质量等级的或者制造过程中的废品, 假冒品, 甚至是不同型号或功能的产品, 经过特殊的工艺处理, 掩盖原有器件信息。从公司内发现的翻新件类别及特征来说, 翻新件主要集中在塑封 IC, 经常出现在供货周期短, 停产多年, 需求量小等的情况, 总结来说就是供货周期紧等原因难以从原厂或授权的代理处直接采购产品, 采购的渠道不正规导致^[2]。

在对我公司进行的假冒翻新分析报告总结发现, 翻新器件的方法虽多, 但无外乎几类: 研磨、喷涂、内部矛盾等。①研磨是通过注塑模具圆弧边来鉴别, 翻新件的边角呈现打磨形貌, 边角突出成直线, 边缘线陡峭, 打磨不平整, 甚至严重的有打磨露出石英砂, 有的器件研磨后尺寸变小, 但由于器件本身尺寸很小, 这样研磨减小的尺寸不易分辨。近期刚进行完的一项假冒翻新分析, 在 X 光照射下发现器件上层塑料已被打磨的很薄。②喷涂: 喷涂不均匀, 喷涂液体自然流动和模具图形有差别。例如我厂进行失效分析, 有翻新件用刀片刮去样品塑封表面, 有黑色胶体脱落。产生的不是正常的塑封料表面的粉末状态塑封料。③内部矛盾: 版图不一致。我厂申请的失效分析, 提供的两批样品, 生

产批号靠前的版图是 1998，生产批号靠后的版图反而是 1997，存在矛盾。还有芯片内部无键和线，甚至 IC 内部是空的，这都是通过 X 光即可发现的。还有一些翻新件可以通过器件的引脚形貌识别，比如器件本身的引脚切割面是没有涂镀的，但使用过的器件的切割面是有锡的。

一些翻新件可以通过 DPA 分析识别，参照 GJB4027-2006《军用电子元器件破坏性物理分析方法》和 GJB548B-2005《微电子器件试验方法和程序》。如果是内部芯片没有键和线，可以通过测试元器件的电性能或者测量元器件的各个引脚的对地电阻进行分析，这是针对比较特殊的假冒翻新器件的简便分析方法。

例如 AT27C512-120IND 型电路，在我厂曾进行的一次失效分析中，送样的几只样品外观能看出明显区别。由于该器件是紫外线擦除的，内部芯片是肉眼可见的。送验的几只样品明显存在芯片大小不一，形态不一的特点。这种只能提出疑问，还需要进行后续的分析。

除过前文提出的外部目检和 X 射线两种方式鉴别，还可以开封进行进一步确认。比如开封后对比芯片版图，厂家标识，型号批次号等信息，这种在失效分析中常见。由于失效分析是要提供良品和失效品，失效品同批次产品有时候已全部装机则会用不同批次的良品对比，容易发现区别。同批产品通过芯片来识别还未见到这样的案例。

翻新件的危害主要是使用过程中失效多，多为批次性失效，比例较高；寿命短，例如塑封 IC 的界面分层，表面钝化破损等；翻新过程中产生的机械应力造成芯片损伤等。在曾经进行过的失效分析中，有表面存在喷涂形貌的，有内部芯片版图不一致的。翻新的方法多，而且翻新件是无法通过筛选剔除使用失效。因此，翻新件的危害和影响是非常大且难以甄别避免。

3 对供应商的管理

目前，我公司针对翻新器件这一问题也提出了相应的管理办法。2016 年 5 月参与拟制的《合格供应商质量评价考核办法》规定，供应商如提供虚假承诺，

一旦经第三方鉴定为翻新件的，停止供货资格一年，一年后根据库存的清理情况及供应商的整改情况，再决定是否恢复供货。未按期整改的供方建议撤出合格供方名单。目前对提供翻新件的供应商，一旦查出，则库存该供应商提供的所有集成电路全部隔离并进行假冒翻新分析，合格后加盖 DPA 合格印章后，该器件才能继续使用。对进口元器件要求设计选型尽量选用在产的并且采购的批次要在 3 年内生产的。而且针对部分风险较大（比如停产多年）或批量大的产品，以及产品特殊要求的，都在上机前进行假冒翻新分析，合格后才能入库并使用。同时，对供应商供货要求也更加严格，供应商随货应附质量保证书，承诺所供为正品，且需附原厂合格证。供应了翻新件的供应商除停止供货资格以外，需承担相应的损失及分析费用。

另外在设计使用中，目前厂内使用的电子元器件标准数据库已明确标注了器件是在产还是停产状态，建议设计优先选用在产的，或者国产化替代，以此降低风险。

[参考文献]

[1] 高金环，翻新伪造电子元器件的鉴别，电子科技，（2014）08-050-04

[2] 周帅、彭泽亚，假冒翻新塑封器件鉴别的方法和程序，中国测试，（2015）z1-0120-04



高水头承压水抗突涌优化设计

张建伟¹ 吴秉其²

1.上海建科工程咨询有限公司重庆分公司, 重庆 401121

2.无锡地铁集团有限公司, 江苏无锡 214000

DOI:10.33142/hst.vii1.17

[摘要] 城市轨道交通的建设和运营, 对提升城市公共交通供给质量和效率、缓解城市交通拥堵、引导优化城市空间结构布局、改善城市环境起到了重要作用。但城市轨道交通的建设基本是在城区, 周边建筑物较多、地下管线复杂, 施工对沉降控制的要求较高, 以确保施工和既有建筑物的安全。以某地铁站为例, 通过优化高水头承压水抗突涌设计方案, 周边建筑物变形满足规范要求, 同时比常规方案降低工程造价约730万元, 具有明显的经济效益。

[关键词] 地铁站; 高水头; 承压水; 优化设计

Abstract: The construction and operation of urban rail transit play an important role in improving the quality and efficiency of urban public transport supply, alleviating urban traffic congestion, guiding and optimizing the layout of urban spatial structure, and improving the urban environment. However, the construction of urban rail transit is basically in the urban area, with more buildings around and complicated underground pipelines. The construction requires higher settlement control to ensure the safety of construction and existing structures. Taking a subway station as an example, by optimizing the anti-inrush design scheme of high head confined water, the deformation of surrounding buildings meets the requirements of the code, and the cost of the project is reduced by about 7.3 million yuan compared with the conventional scheme, which has obvious economic benefits.

Keywords: Subway station; High head; confined water; optimum design

引言

城市轨道交通的建设和运营, 对提升城市公共交通供给质量和效率、缓解城市交通拥堵、引导优化城市空间结构布局、改善城市环境起到了重要作用。然而, 城市轨道交通建设基本上是在城市主城区, 这导致轨道交通必然要穿过密集的建筑区域, 且地下管线复杂, 这对地铁施工要求较高, 特别是地表沉降等应严格控制; 同时也应确保施工作业安全。^[1]

刘万鹏通过数值模拟、模型试验, 对承压水地层下嵌岩地下连续墙的施工过程的力学性能进行了研究; 张杰对杭州地区的古河道承压含水层特性、承压水渗流计算、潮汐对承压水地基突涌稳定的影响等方面进行了研究分析, 并以工程案例进行了验证分析。王景文等人对高水头承压水防渗帷幕注浆参数进行了研究, 并在工程中得以成功应用; 吴铁华通过研究分析得出考虑渗流作用求得的水位降深要小; 孙玉永对于承压水基坑抗突涌定量分析研究并提出了新的思路; 这些学者均从不同的角度研究分析了高水压承压水环境下的施工解决措施和方案。本文主要是对高水头承压水地铁站抗突涌方案进行优化设计, 通过工程案例分析, 该优化方案不仅有效控制了工程的稳定, 还节约了费用。^[2]

1 工程概况

某地铁站为地下二层岛式站, 主要采用地下两层单柱双跨(局部双柱三跨或单跨)钢筋混凝土箱型框架结构。车站外包总长 197m, 有效站台中心处车站基坑深度约 15.83m, 覆土厚约 3.0m。主要采用明挖法施工, 局部设置逆作顶板, 盖挖。车站周边用地以居住用地、医疗用地、商住混合用地为主, 环境相对复杂。且道路两侧及中间有大量市政地下管线, 埋深约 1~5.0m。^[3]

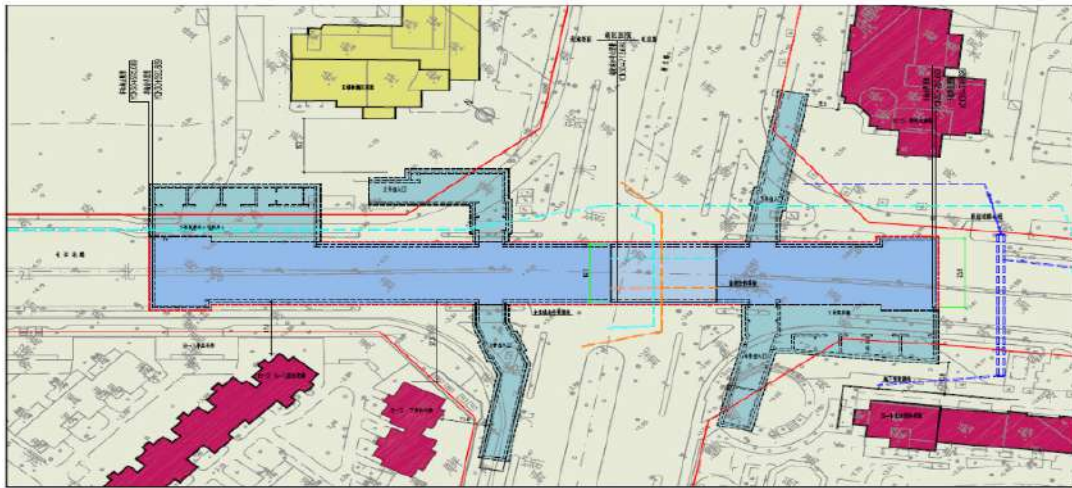


图1 车站总平面图

车站基坑开挖影响深度范围内的土层主要包括：①₁杂填土、③₁粘土、③₂粉质粘土、④₁粘质粉土、④₂粘质粉土夹粉砂、⑤₁粉质粘土、⑥₁粘土、⑥₂粉质粘土、⑥₃粉砂夹粉土、⑦₁粉质粘土、⑦₂粉砂夹粉土。基底落在⑥₁粘土层。根据土层渗透性指标，车站含水层划分为潜水（二）层，主要为①₁杂填土；微承压水（三）₁层，④₁粘质粉土和④₂粘质粉土夹粉砂；第I承压水（三）₂层，主要为⑥₃粉砂夹粉土和⑦₂粉砂夹粉土。^[4]

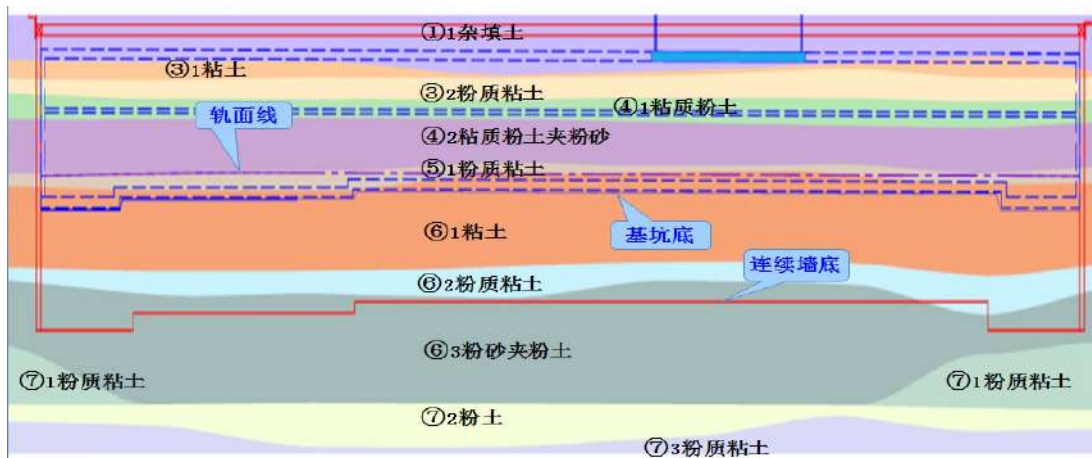
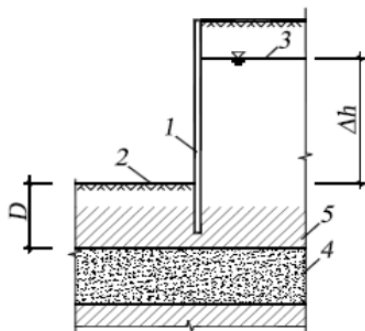


图2 车站地质纵断面图

2 车站承压水突涌验算

根据本站水文地质，对车站影响较大的承压水层主要为第I承压水（三）₂层，第I承压水（三）₂主要赋存于深部的砂性土层中⑥₃粉砂夹粉土、⑦₂粉砂夹粉土，赋水性中等，具有相对较好的封闭条件。隔水顶板为⑥₁粘土、⑥₂粉质粘土、隔水底板为⑦₁粉质粘土、⑦₃粉质粘土、⑧₁粉质粘土。其补给来源为其上部松散层渗入补给、微承压水与之联通补给、越流补给及地下迳流补给，其排泄方式主要是人工开采，其次是对下部含水层的越流补给及侧向迳流排泄。第I承压水（三）₂，水位标高在-1.06m左右（水位埋深5.82m左右，2013.12.28测量），水位标高在-0.83m左右（水位埋深5.59m左右，2014.5.19测量）。承压水突涌按最高水头-0.83m验算。^[5]



计算简图

承压水稳定性验算公式：

$$\frac{D\gamma}{h_w\gamma_w} \geq K_h \quad (\text{需满足 } K_h \geq 1.1)$$

式中 K_h —突涌稳定安全系数, K_h 不应小于 1.1。

D —承压水含水层顶面至坑底的土层厚度 (kN/m^2);

γ —承压水含水层顶面至坑底土层的天然重度 (kN/m^3); 对多层土, 取按土层厚度加权的平均天然重度;

h_w —承压水含水层顶面的压力水头高度 (kN/m^3);

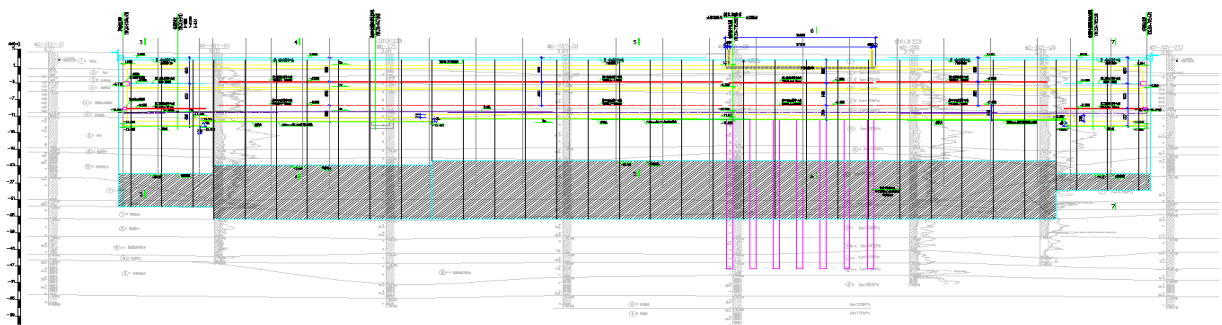
γ_w —水的重度

计算结果如下表所示

序号	位置	K_h	稳定性判定
1	小里程端盾构井段	0.64	小于1.1, 不满足要求
2	变电所下沉段	0.82	小于1.1, 不满足要求
3	标准段	0.82	小于1.1, 不满足要求
4	大里程端盾构井段	0.70	小于1.1, 不满足要求

3 原车站方案设计

车站大小里程端盾构井段需降承压水水头大于 7m, 标准段需降承压水水头也大于 5m, 高水头承压水降水对周边环境影响风险较大, 目前无锡地铁针对这种高水头承压水抗突涌不满足要求情况的处理方式通常是截水, 即加深地连墙。^[6]



地连墙加深设计方案图

对应计算各断面的地墙加深长度和工程量如下表所示。

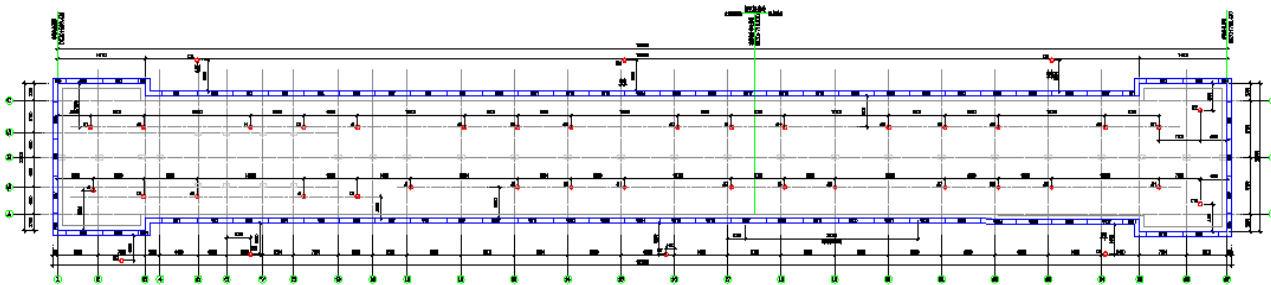
位置 项目	小里程端 盾构井段	变电所下沉段	标准段	大里程端 盾构井段
计算抗突涌安全系数	0.64	0.82	0.82	0.70
需增加地连墙长度 (m)	8	13	14	4
工程量	422.4	874.5	2688	205.1
合计	需增加地墙约4190m ³ , 按综合单价2060元/ m ³ , 增加造价约863万			

与其他标准站相比, 该地墙隔水方案将地连墙平均加深约 10m, 需增加费用 863 万。

5 优化方案及安全性验算

5.1 优化方案

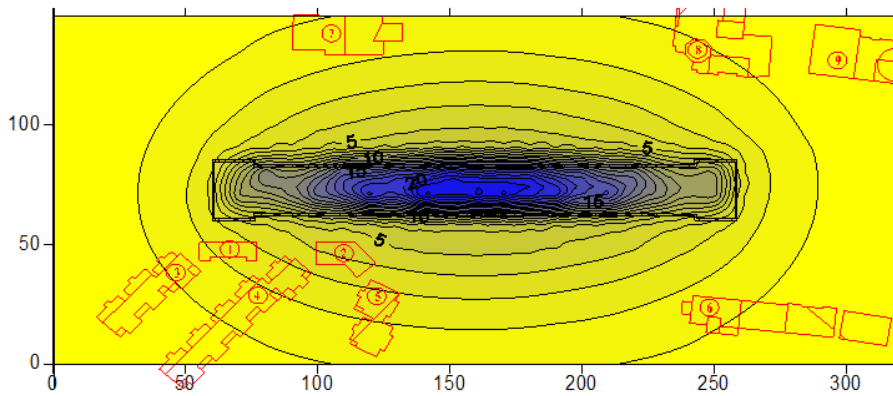
目前地铁针对高水头承压水抗突涌不满足要求情况的处理方式通常是截水。该车站盾构井段需降承压水水头大于 7m, 标准段需降承压水水头也大于 5m, 高水头承压水降水对周边环境影响风险较大, 但考虑到新区医院站距离车站最近的太湖花园小区 6~7 层浅基础建筑物约 17.8m, 已大于一倍基坑深度, 初步认为本站采用降水方案解决车站基底抗突涌问题, 理论上存在可行性。^[7]



车站降水方案图

5.2 安全性分析

采用降水方案, 主要需解决降水对周边环境的影响问题。梳理周边建筑物, 并结合降水专项设计, 计算由降水引起地面沉降量如图所示。



降水引起的地面沉降等值线图 (沉降量单位: mm)

建筑物变形量计算结果

建筑物	平均沉降量(mm)	差异沉降量(mm)	倾角
建筑物①	2.3	1.5	1/15267
建筑物②	4	1.3	1/11000
建筑物④	1.5	3.1	1/22129
建筑物	2.3	1.8	1/18055

从计算结果可见, 图中计算范围内的所有建筑物的沉降或差异沉降均小于 5mm, 满足建筑物累计沉降量小于 10mm, 倾角小于 2/1000 的容许变形要求。

5.3 控制风险措施与建议

考虑到降水方案风险虽可控, 但相对较大, 故提出具体相关风险措施建议, 具体如下:

- 1) 根据分析结果, 车站布设降承压水井及降承压水观测井。要求当基坑开挖至 -8.00m 时, 开始降承压水, 按需降水。^[8]
- 2) 为观测减压降水对环境的影响, 应在基坑外侧布置一定数量的承压水观测兼备用井, 基坑长边每侧不宜少于 3 个, 以观测减压降水对周边环境的影响, 可做坑外辅助降水或坑外回灌降水井使用, 施工期间根据监测情况及时采取回灌措施。
- 3) 施工前需开展抽水试验, 取得设计参数, 确定降水井布置范围及数量; 做好施工应急预案, 并组织降水方案专项评审。

5.4 降水方案工程量及造价

各断面需降承压水水头和主要工程量如下。

位置 项目	小里程端 盾构井段	变电所下沉段	标准段	大里程端 盾构井段
计算抗突涌安全系数	0.64	0.82	0.82	0.70
需降承压水水头 (m)	7.9	5.2	4.9	7.2
工程量合计	需多布设 16 口降压井 (含观测井), 按综合单价单口井 7.8 万计算, 增加造价约 124.8 万			

六 结论

- (1) 车站高水头承压水抗突涌采用降水优化设计方案, 周边建筑物变形满足规范要求, 风险可控。
- (2) 采用降水优化设计方案, 比通常采用的加深地连墙隔水方案降低工程造价约 730 万元, 具有明显的经济效益。
- (4) 在高水头承压水首次采用降水设计, 对今后类似的工程有一定的指导和借鉴意义。

[参考文献]

- [1] 刘万鹏. 承压水地层中嵌岩地下连续墙施工全过程受力特性分析 [J]. 重庆大学, 2016.
- [2] 张杰. 杭州承压水地基深基坑降压关键技术及环境效应研究 [D]. 浙江大学, 2012.
- [3] 王文景, 李琦, 李国平, 吕能功. 高水头承压水防渗帷幕在姑山采场的应用 [A]. 第八届全国采矿学术会议论文集 [C]. 2009:5.
- [4] 吴铁华. 考虑渗流作用的基坑抗突涌验算与降深设计 [J]. 土工基础, 2011, 25(06):44-48.
- [5] 孙玉永. 承压水基坑抗突涌定量分析的复杂性和新思路 [J]. 铜陵学院学报, 2012, 11(02):100-103.
- [6] 孙玉永, 周顺华, 肖红菊. 承压水基坑抗突涌稳定判定方法研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2012, 31(02):399-405.
- [7] 宫全美, 丁春林, 许恺, 周顺华. 抗突涌安全系数对地铁车站基坑变形的影响 [J]. 地下空间与工程学报, 2005(05):768-772.
- [8] 潘泓, 曹洪, 谭泽新, 尹小玲. 基坑抗突涌计算方法的对比分析及应用探讨 [J]. 岩石力学与工程学报, 2006(S2):3529-3534.

作者简介: 张建伟 (1986-), 男, 硕士研究生学历, 工程师, 主要从事装配式建筑、地下工程方面的研究工作。



关于一组LW56-800型断路器两次频繁打压问题的差异分析

卢金宝

国网新疆电力有限公司检修公司，新疆乌鲁木齐 832000

DOI:10.33142/hst.v1i1.66

[摘要] 断路器的正常工作对变电站安全稳定运行起着重要作用，文章本文主要对本公司日常运维工作中，所发现的750kV哈密站LW56-800型断路器频繁打压的问题进行了分析，找出主要原因。同时深入研究设备异常机理，对缺陷整改提出方案，并提出后续处理措施和建议。本文在缺陷处理闭环流程中结合全过程安全风险管控，对设备设计和制造工艺提出了更高要求，为防止同类缺陷再次发生具有指导、借鉴作用，同时，对该型750kV断路器在后期日常检修工作提出几点建议。

[关键词] 断路器；液压机构；频繁打压；压力整定

1 情况简介

我公司750kV哈密变电站使用新东北LW56-800型断路器。该型断路器使用SF6气体作为灭弧和绝缘介质，采用氮气作为储能介质的双断口液压机构结构，每极均有一套独立的氮气储能液压系统。

由于750kV哈密站值班人员发现站内多组断路器出现频繁打压现象，且打压时间多集中在深夜，现场检修人员随即安排进行了临时处理工作。但每次在处理工作完成后一个月时间左右，某日该站后台监控机连续发“7530断路器A相油泵电机打压”信号。随后站内值班人员将7530断路器紧急转为冷备用，在操作期间7530断路器A相油泵电机打压32次，严重超出了液压机构断路器每日打压次数限制，若继续打压将造成断路器低油压闭锁，站内无法拉开断路器，造成事故扩大。

检修人员到达现场后将本组断路器转为检修。经检查该相断路器压力整定值如下：合、分闸状态的油泵启动压力均为35.5MPa，油泵停止压力均为38MPa。同时，当晚对该组断路器于合闸位置进行保压试验，保压12小时三相平均降低2Mpa，降低压力值范围偏大（数据如表1）。

表1：

断路器状态	时间	A	B	C
合闸状态	保压前压力稳定值	38 MPa	38.5 MPa	38 MPa
	保压后压力稳定值	34.9 MPa	35.6 MPa	35 MPa

检修工作中检修人员进一步检查了安全阀及油泵其他压力。具体压力如下。

表2：安全阀动作值

断路器状态	阀状态	A	B	C
合闸状态	安全阀启动	39.8 MPa	40.5 MPa	40 MPa
	安全阀复归	35.6MPa	39MPa	38 MPa

表3：油泵启动、停止及重合闸告警、闭锁信号检查：

断路器状态	压力种类	A	B	C
合闸状态	启动值	35.2 MPa	35.1 MPa	35.2MPa
	停止	38.5MPa	38.1MPa	38.8MPa
	重合闸告警值	34.3MPa	34.5MPa	34.3MPa
	重合闸闭锁值	34MPa	34MPa	34MPa

2 前期该型断路器频繁打压的原因分析及处理

2.1 原因分析

新东北LW56-800H型断路器使用的液压机构为HAD-8型。压力标准值如下。

表4：液压机构的压力定值

数值种类	氮气预充压力	额定操作压力	油泵启动压力	油泵停止压力
压力值	26±0.5	37 (0~+1)	35±0.5	37 (0~+1)
数值种类	合闸闭锁压力	分闸闭锁压力	重合闸闭锁压力	强制停泵压力
压力值	32±0.5	30.5±0.5	34.5±0.5	39

液压操作机构中采用的密封件和控制阀阀口虽然具有优越的密封性能。但是阀口的金属密封面上仍会有微量的泄

漏，液压油逐渐由高压系统进入低压系统，这也导致储能系统的能量损失。当压力低于额定操作压力时，油泵的自动启动将能量损失进行补偿。故而油泵每天正常启动 1-2 次是合理的，这并不影响操作机构的使用寿命，也不会影响设备安全运行。

液压系统的补压过程实际上就是氮气的受压缩的过程。由于气体被压缩，体积减小、内能增加，在此过程中气体的温度必然会增加（高于环境温度）。当系统压力上升到电机停止压力时，压力开关控制电机停止的触点动作，切断打压回路。这时储能器活塞处于静止位置，同时断路器中氮气符合密度不太高、压强不太大以及温度不太低的条件，我们使用理想气体模型作为分析的基础。根据克拉伯龙方程：

$$pV = \frac{M}{\mu} RT \dots\dots\dots (a)$$

式中： p 为气体的压强， V 为气体的体积， n 为摩尔数， R 为普适气体常量， T 为温度。随后气体温度会逐渐下降到环境温度的过程中，压力表指针的也会回落。当气体温度降落到环境温度时，表针就会停止降落。根据日常经验，表针下降的幅度也有分散性，但一般约为 1MPa 左右。

现场的液压机构均根据厂家提供标准数据整定。通过油泵启动、停止两个压力指标我们知道，压力启停区间最大会达到 3.5MPa，而最小则仅为 1.5MPa。当系统启停压力整定区间为 1.5MPa 时，在新疆地区昼夜温差变化极大地情况下（夜间变动值在 6-10 度），夜晚周围环境温度逐渐下降时，表针也在逐渐的下降；当系统压力低于电机启动值时开始补压，可是，系统压力到达停止压力值时，压控原件中的微动开关立刻动作，补压结束。然而，此时气温仍在下降，加上补压过程的温度上升作用，液压系统的压力在很短的时间就会降到启动压力那一点，于是系统又开始补压，直至温度不再下降（凌晨 5 点后）一次补压到位后打压过程停止。而当白天时，由于周围环境温度在上升，表针也是逐渐的向压力增加的方向摆动，这就会抵消掉补压后由于气体温度下降而产生的表针回落的幅度。所以白天电机的补压次数要大大的少于夜晚。

2.2 处理方案

检修发现设备压力区间在 1.2MPa-2.2MPa 之间，符合理论分析。通过与设备厂家的沟通，在保证设备耐压条件合理的情况下，检修人员将该型断路器三相的停止压力和安全阀压力均上调 1MPa。并保证整定后的启动值尽量接近 35.0MPa，即使压力区间一般 4.5MPa 左右。同时为断路器机构箱外加了保温护套减少温度变化影响。整改后运行状态大为改善。

3 整改后单台断路器频繁打压的原因分析及处理

3.1 原因分析

将表 1-4 的数据进行对比时发现 A 相安全阀复归数值有异常状态，同时现场检修人员发现，A 相机构液体压力低于启动值 38.8 MPa 时安全阀即发出“滋滋”泄压声，在 35.6 MPa 时才停止动作。经与设备厂家联系后确认该型安全阀的动作点实际为复归值和动作值之间所形成的区间，即压力达到复归值时安全阀即动作，此时为缓慢释放压力；压力达到动作值时，安全阀完全打开，快速释放压力。根据上述情况，当时可知现场设备异常情况应为：机构正常运行在额定压力 37 MPa，环境温度变化导致机构压力有所降低且达到油泵启动打压值 35.2 Mpa，此时电机启动打压，压力值达到电机停止值 37 MPa 时，由于安全阀停止动作值（复归值）此时不明原因的变化到 35.6 Mpa，电机打压虽然停止，但安全阀继续泄压至电机启动值，电机则继续打压，周而复始形成频繁打压情况。

3.2 处理方案

经回顾前期检修人员在对哈密 7530 断路器定检过程中，对安全阀部分的检查有两项内容：

- 1、检查安全阀锁片的紧固程度；
- 2、安全阀启动值、停止值的核对；

此次问题暴露出安全阀动作值整定后，仍然存在在运行中的安全阀动作、复归值自行变化的可能。另外，该安全阀设计时其动作值仅启动值可调，复归值不可调（随同启动值自行变化），该安全阀在压力值达到启动值后安全阀开启，液压机构快速泄压，在压力值达到复归值后，安全阀复归，压力不再下降，但是在压力达到安全阀复归值后，该型安全阀会存在缓慢泄压的情况，这是由于安全阀自身的特性所决定的。故而现场对该安全阀进行了更换，并将该问题安全阀返厂分析。

4 对于后期工作的启示

由于断路器分、合闸动作的各项指标与工作缸中各部分液压差值有直接关联，所以液压机构压力检测系统将油压系统的压力值转变为电信号后的逻辑判断及反馈过程对于保证断路器安全正常运行具有核心意义。

压力整定过程中要点如下：

I、压力值的整定工作与现场气温有直接关系。断路器中初充的氮气符合密度不太高、压强不太大以及温度不太低的条件，我们使用理想气体模型作为分析的基础。根据公式 (a) 在氮气系统未发生泄漏的情况下， V 、 M 、 R 为恒定值，则可将公式简化为：

$$\Delta P \times T_0 = P_0 \times \Delta T \dots\dots\dots (b)$$

其中： ΔP — 气体的压力变化值、 ΔT — 温度变化值、 P_0 — 温度为 20℃ 时的气体压力、 T_0 — 温度为 20℃ 时的绝对温度（293K）。故在每次检修工作进行压力整定前，需先根据现场温度进行压力换算，并在调整时按照新的压力整定。

II、液压系统建压的过程，并不是一个无摩擦的过程。在正常的建压过程中，当电机打压时，液压油和管壁的摩擦、

储压筒活塞和筒壁的摩擦均会导致气体的温度上升。当减压过程停止后，气体温度会随着周围环境温度的下降而下降，系统压力必然也会跟着下降，反映在压力表上，它的指针就会向着电机启动压力那一点移动。所以，压力开关的整定必须在系统温度恢复在环境温度时进行。实际可在一次打压停止 1 分钟后进行整定。

5 结束语

我公司专业人员应与厂家继续对压力开关及安全阀启动、复归值在运行过程中不明原因发生变化问题进行认真分析及试验，确定具体原因、变化范围、对设备运行的影响及进一步整改措施。同时将加强定检过程中该型安全阀的定值核对；本文主要对本公司日常运维工作中，所发现的 750kV 哈密站 LW56-800 型断路器频繁打压的问题进行了分析，找出主要原因。同时深入研究设备异常机理，对缺陷整改提出方案，并提出后续处理措施和建议。

[参考文献]

- [1] 《新东北 LW56-800 型断路器说明书》
 - [2] 手嶋力 《液压机构》 机械工业出版社 2010 年 10 月 1 日
 - [3] 毕四华 《一起 750kV 超高压断路器事故紧急处理浅析》 工业 A 2017 年 10 月
- 作者简介：卢金宝，男，工程师，长期从事变电一次检修工作。



超深防渗地连墙施工技术

付连红 徐斌 郑源 涂世金
浙江易通基础工程有限公司，浙江宁波 315800
DOI:10.33142/hst.v1i1.68

[摘要] 主要阐述了襄阳市东西轴线道路工程鱼梁洲段东汉落底式帷幕地连墙的施工工艺及技术创新和提出了三水平、四因素配合比设计方法，有效地解决了工程中遇到的难题，为后续的施工创造有利的条件。

[关键词] 地连墙；施工工艺；技术创新；配合比设计

引言

地连墙自 20 世纪 50 年代末引入我国，先在青岛月子河水库与北京密云水库进行了试验性施工，随后在建筑、煤炭、市政、铁道等行业推广应用^[1]。地连墙是在地下挖出窄而深的沟槽，并在其内浇注适当的材料而形成一道具有防渗、挡土或承重功能的连续的地下墙体^[2]。防渗墙是地连墙的一种，为了止水防渗而建造的，可利用自凝灰浆充当泥浆和混凝土双重作用。本文详细介绍了超深防渗地连墙施工技术创新之处和新型材料自凝灰浆配合比设计方法的应用。

1 工程概况

襄阳市东西轴线道路工程鱼梁洲段东汉沉管干坞，处于临江砂卵石地层，干坞基坑拟采用“落底式帷幕地连墙+放坡开挖”的施工工艺，工艺示意图见图 1。其中防渗地连墙深度 70~79m，穿越粉砂层、卵石层、圆砾层等地层（典型地质柱状图见图 2）。

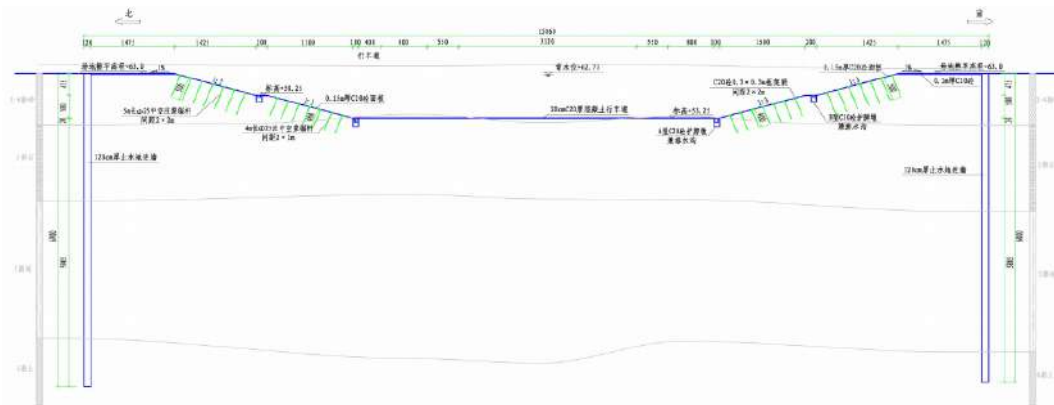


图 1 “落底式帷幕地连墙+放坡开挖”工艺示意图

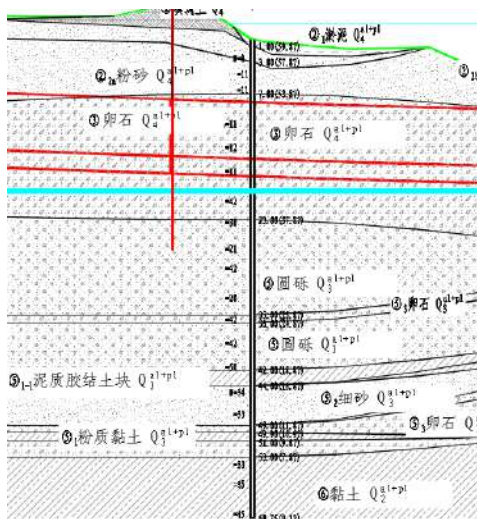


图 2 典型地质柱状图

2 施工工艺

2.1 槽壁加固

本工程止水墙深度 70~79m，地表粉砂层厚 10m，粉砂层的粘结性极差，止水墙成槽时间长，在地下水压力和主动土压力共同作用下，砂层部分极易坍塌，故采用水泥搅拌桩进行槽壁加固^[3]。

为保证搅拌桩槽壁的顶部质量，防止上部导墙的不均匀沉降，施工中采取两项关键技术①槽壁加固二次搅拌技术，即水泥搅拌桩在导墙底 1—2 米范围内实施二次搅拌，以保证槽壁上部土体质量均匀。②导墙基槽二次开挖技术，即在施工导墙时，基槽上部采用挖掘机直接开挖，开挖时预留 20cm 保护层，保护层人工进行清理，以保证桩槽土体不受破坏。

2.2 导墙施工

为保护槽口及保证槽段位置的准确性、支撑施工设备、防止槽壁顶部的坍塌等，地连墙施工前设置导墙。

导墙施工有两点技术创新①导墙形式由倒“L”型改为正“L”，并通过基槽加固方式将导墙底标高提至水位面以上。导墙尺寸采用 1.5m*1.5m，环向钢筋采用双矩形搭接，并在倒角处设置拉筋，顶板钢筋和施工平台钢筋进行连接。②每个槽段施工前均采用【12 槽钢及钢板焊接成矩形卡槽，进行支撑加固。

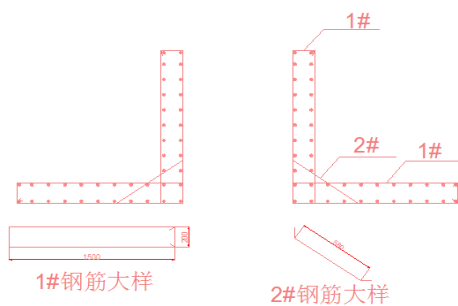


图 3 导墙钢筋图及槽壁支撑

2.3 槽段施工

防渗地连墙划分为一期槽段、二期槽段，先施工一期，再施工二期，均采用液压抓斗三抓成槽、导管灌注水下自凝灰浆工艺，成槽中重点控制泥浆性能和泥浆液面高度，槽孔每 20m 进行一次超声波检测，根据检测数据，及时纠正槽孔垂直度；清孔换浆采用气举反循环工艺，保证孔底沉渣达标。

地连墙的接头型式采用咬合嵌接的新技术和新工艺，即将常规防渗地连墙槽段间锁口管接缝的连接形式，变为采用液压抓斗直接抓铣嵌入的连接形式，提高了接缝质量的可靠性和防渗的性能，套铣施工需待 I 期槽底部终凝后进行，槽段套铣 20cm（如图 4 所示）。

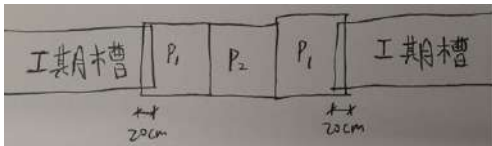


图 4 新型抓取式接头示意图（II 期槽先施工 P1 后施工 P2）

3 自凝灰浆配合比

自凝灰浆的配合比是整个止水地连墙施工的重中之重，采用钠基膨润土。

3.1 试验步骤

(1)按配合比方案称取相应质量的膨润土粉末和粉煤灰粉末，量取 1000g 水待用；(2)将膨润土和水混合得到泥浆，使用搅拌机搅拌 30min 至膨润土颗粒与水充分反应，静置 24h，使膨润土充分水化。(3)称取相应质量的水泥待用。(4)将充分水化的泥浆再次使用搅拌机搅拌 10min，然后加入到水泥搅拌机中，并倒入已经称好的水泥和粉煤灰，搅拌 20min，得到自凝灰浆浆液。用保鲜膜覆盖。(5)常温养护 24h 后拆模，注意拆模时间，若放置时间过长，容易使模具和试样黏结，影响试样的质量。（为充分模仿现场环境，将多余的自凝灰浆置于室外露天环境）(6)将得到的试模放入水泥标养箱中，温度设置为 20℃，湿度为 95%~100%，标养至 7d 和 28d 时取出。

3.2 配合比设计

提出三水平四因素的配合比正交设计，其中用水量固定为 1000kg，四因素分别为水泥、粉煤灰、钠基膨润土、专用超缓凝剂（固含量），碳酸钠分散剂用量根据钠基膨润土的用量而变化（其为膨润土用量的 1/30）。正交设计表见表 1，设计正交试验表 L9 (3⁴) 见表 2。

表 1 正交设计因素水平表（单位：kg）

水平因素	水泥	粉煤灰	钠基膨润土	1#专用超缓凝剂
1	200	90	60	1.3
2	230	120	90	1.6
3	260	150	120	1.9

表 2 超缓凝自凝灰浆配合比正交试验安排表 L9 (3⁴)

序号 因素	水泥	粉煤灰	钠基膨润土	1#专用超缓凝剂
	A	B	C	D
1	3	1	1	1
2	3	2	2	2
3	3	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	1	1	3	2
8	1	2	1	3
9	1	3	2	1

将各数值带入，并按照膨润土掺量的多少进行分组，对应如下：

序号 因素	水泥	粉煤灰	钠基膨润土	1#专用超缓凝剂
	A	B	C	D
1	260	90	60	1.3
1 (1-1)	260	90	60	1.3
6 (1-2)	230	150	60	1.6
8 (1-3)	200	120	60	1.9
2 (2-1)	260	120	90	1.6
4 (2-2)	230	90	90	1.9
9 (2-3)	200	150	90	1.3
3 (3-1)	260	150	120	1.9
5 (3-2)	230	120	120	1.3
7 (3-3)	200	90	120	1.6

3.3 试验结果与分析

初凝时间和 7d 抗压强度测试结果见表 3。

表 3 正交试验测试结果

序号	组合	试验结果			
		初凝时间/h	终凝时间/h	7d抗压强度/MPa	28d抗压强度/MPa
1	A3B1C1D1	56		3.2	
2	A3B2C2D2	50		2.6	
3	A3B3C3D3	50		2.1	
4	A2B1C2D3	78		1.8	
5	A2B2C3D1	30		1.3	
6	A2B3C1D2	66		2.3	
7	A1B1C3D2	48		0.8	
8	A1B2C1D3	144		/	
9	A1B3C2D1	36		0.9	

初凝时间、7d 抗压强度指标正交结果极差分析见表 4。

表 4 正交试验结果极差分析

因素 指标	A		B		C		D	
	初凝时 间/h	7d抗压强 度/MPa	初凝时 间/h	7d抗压强 度/MPa	初凝时 间/h	7d抗压强 度/MPa	初凝时 间/h	7d抗压强 度/MPa
1	76.0	0.85	60.7	1.93	88.7	2.75	40.7	1.80
2	58.0	1.80	74.7	1.95	54.7	1.77	54.7	1.90
3	52.0	2.60	50.7	1.77	42.7	1.40	90.7	1.95
极差	24	1.75	24	0.18	46	1.35	50	0.15

由表 4 的初凝时间极差分析结果可知，影响自凝灰浆初凝速度因素的主次顺序为：D—C—A/B，即专用超缓凝剂掺量对初凝时间的影响最大，其次为钠基膨润土的用量，专用超缓凝剂用量越大，凝结时间越长，钠基膨润土用量越大，凝结时间越短，此结果与影响自凝灰浆沉冻因素的主次顺序基本一致，表明沉冻速度与初凝时间成正相关关系。从经济性与初凝时间 60~80h 综合考虑，推荐配比为 A1B1C2D2。

由表 4 的 7d 抗压强度极差分析结果可知，影响自凝灰浆抗压强度因素的主次顺序为：A—C—B—D，即水泥用量对自凝灰浆抗压强度的影响最大，其次为钠基膨润土的用量，水泥用量越大，抗压强度越大，钠基膨润土用量越大，抗压强度越小。从自凝灰浆 28d 抗压强度不超过 2MPa 考虑，推荐配比为 A1B3C3D2。

综合考虑自凝的初凝时间及 7d 抗压强度初步确定配合比选用 A1B3C3D2。

4 结论

针对超深防渗地连墙的特点,本工程在常规的施工技术进行了改进,特别是采取的嵌铣式接缝形式,既解决了超长锁口管安放繁琐、费用昂贵等问题,又保证了工程质量、安全,加快了施工进度。自凝灰浆防渗材料的应用,在水利水电行业中应用不多,其配合比的设计,直接关系到防渗体系的成败,本工程采用的三水平、四因素的配合比正交设计方法,得出了不同工况、不同材料下的试验成果,便于设计、施工人员选择合理的配合比,以取得最优的质量保证。经过优选,本工程试验得出的有效配比为水泥:粉煤灰:钠基膨润土:超缓凝剂=200:150:120:1.6。

[参考文献]

- [1] 程瑞明、怀小刚. 超深地下连续墙施工技术及常见问题处理 [J]. 隧道建设, 2007, 27(2): 64-67.
- [2] 赵明时. 超深异型地连墙施工关键技术研究 [J]. 现代隧道技术, 2016, 53(2): 206-211.
- [3] 陈小辉, 刘江. 水泥搅拌桩在莫桑比克马普托大桥地连墙施工中的应用 [J]. 公路, 2018, (2): 99-102.



碾压式砂砾石沥青心墙坝施工关键技术研究

王建军 赵继成

新疆塔里木河流域奴尔水利枢纽工程建设管理局, 新疆库尔勒 841000

中国水电建设集团十五工程局有限公司科研设计院, 陕西咸阳 712000

DOI:10.33142/hst.v1i1.67

[摘要] 新疆策勒县奴尔水利枢纽工程是一个最大坝高80m的碾压式沥青混凝土心墙坝。施工中遇到了酸性骨料、要在冬季低温、风沙气候施工等技术难题。经过精心的科研试验和慎重的技术论证, 采取了科学、可靠的技术措施, 成功的解决了这些技术难题, 顺利的完成了坝体工程的施工任务。通过施工效果评价, 新疆策勒县奴尔水利枢纽工程沥青心墙坝施工工艺及技术创新在本工程建设中发挥了重要的指导作用, 对类似骨料及气候条件下的碾压式沥青混凝土心墙施工, 具有很好的推广应用和借鉴参考价值, 对推动我国沥青混凝土心墙坝筑坝施工技术的领域扩展起到积极作用。

[关键词] 碾压式; 砂砾石; 沥青混凝土; 心墙; 施工关键技术

1 工程概况和技术问题

1.1 工程概况

奴尔河位于昆仑山北坡中段, 多年平均年径流量 1.7 亿 m^3 。新疆策勒县奴尔水利枢纽工程(以下简称: 奴尔水利枢纽工程)位于奴尔河中下游河段, 属新疆维吾尔自治区和田地区策勒县境内的奴尔河控制性工程, 是一项以灌溉、防洪为主, 兼顾水力发电的综合性水利工程。

水库正常蓄水位 2497.0m, 水库总库容 0.69 亿 m^3 , 拦河坝坝高 80.0m, 电站总装机容量 6.2MW, 发电引水流量 11.8 m^3/s , 多年平均发电量 0.21 亿 $kw \cdot h$ 。

碾压式沥青混凝土心墙为垂直式, 心墙轴线位于坝轴线上游 2.0 m, 顶宽 0.5m, 底宽 0.9m, 顶部高程 2495.50m, 最大断面底部高程为 2422.3m。心墙上下游两侧各设厚 3m 的过渡层。在坝基设心墙混凝土基座。坝基和坝肩防渗线总长约 745.0m。

坝基防渗为混凝土防渗墙加基础帷幕灌浆, 防渗墙最大深度 31m, 厚度 0.8m。坝体总填筑量 728 万 m^3 , 沥青混凝土心墙总填筑量 3.38 万 m^3 , 混凝土防渗墙面积 1.31 万 m^2 。

沥青混凝土心墙是坝体的主要防渗结构。沥青混凝土心墙位于坝体中部, 坝轴线上游 2.0m。沥青混凝土心墙的厚度由底部沥青心墙混凝土基座最大 2.1m 厚渐变梯形至 0.9m, 在 2448.5m, 2473.5m 高程分别台阶式渐变至 0.7m、0.5m 厚度。心墙顶与防浪墙底连接, 心墙顶高程为 2498.50m, 心墙底部与混凝土基座连接。奴尔河山区历年极端最高气温 36.4 $^{\circ}C$, 极端最低气温 -22.5 $^{\circ}C$, 多年平均气温 4.7 $^{\circ}C$, 最冷月平均气温 -5.3 $^{\circ}C$, 多年平均年降水量 195mm, 多年平均年蒸发量 1267.4mm。

心墙基座采用钢筋混凝土结构, 布置在心墙底部, 沥青混凝土心墙与基座间铺设一层沥青马蹄脂厚 1cm, 心墙于混凝土基座之间采用铜片止水, 沿心墙轴线布置。心墙上、下游侧分别设 3m 厚的砂砾石过渡层, 作为沥青混凝土心墙的持力层和保护层。沥青混凝土心墙与坝基的连接结构如图 1-1。

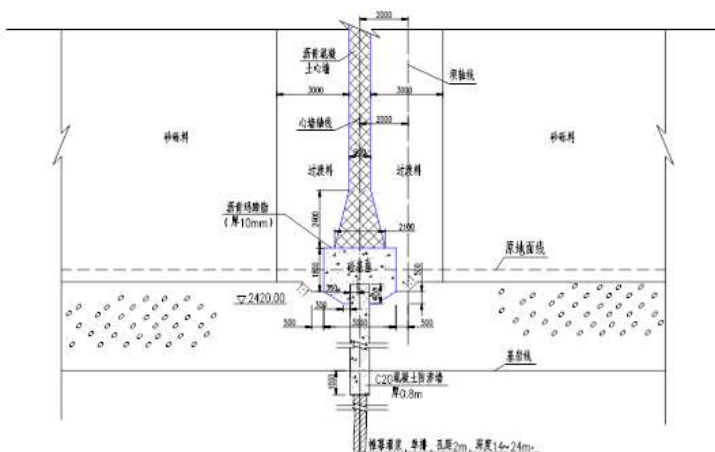


图 1-1 沥青混凝土心墙与基座连接图

沥青混凝土心墙铺筑采用专用的沥青心墙摊铺机机械化施工，摊铺机无法施工的接触部位（沥青混凝土心墙与混凝土基座）及两岸接头部位，采用立模、人工摊铺施工。心墙及心墙相邻 1m 过渡料均由沥青心墙专用摊铺机进行摊铺，过渡料由 20t 自卸车运输，1.2m³ 挖掘机入仓。沥青混凝土拌和采用 LB-1000 拌制，8t 自卸汽车运输至现场，经改制后的 3m³ 装载机给摊铺机供料、人工配合直接入仓。下层沥青混凝土混合料由摊铺机自带的红外线加热器加热，对于摊铺机加热不到的地方，用红外线加热器加热至 70℃。

沥青混凝土最大摊铺宽度为 1.2m，摊铺厚度 30cm，压实厚度 28cm 左右；岸坡段连接部位人工摊铺，模板采用钢模板，摊铺压实厚度 28 ~ 30cm。

1.2 技术问题

奴尔水利枢纽工程坝体心墙沥青混凝土骨料根据工程实际情况只能就地选用酸性的砂砾石骨料；工期的要求也要在冬季寒风沙季节施工。这些客观的条件都与常规沥青混凝土适宜的碱性骨料、破碎石骨料、5℃ 以上温度的气温施工的技术要求不一致。要保证工程质量和工期，必须进行精心细致试验研究工作，利用可靠的技术创新的成果，弥补客观条件和环境的不足。

2 针对酸性、砂砾石骨料的沥青混凝土配合比试验研究及现场沥青配合比验证试验

2.1 沥青混凝土材料及配合比试验研究

2.1.2 试验研究的思路和思路

(1) 通过对心墙沥青混凝土拟用原材料（沥青、天然砂砾石、填料）的品质检测试验，确定符合奴尔水利枢纽工程沥青混凝土心墙坝工程技术要求的原材料。

(2) 研究抗剥落剂对酸性骨料与沥青黏附性的影响，优选抗剥落剂品种及其最优掺量。采用抗剥落剂增强酸性骨料与沥青的黏附力。

(3) 在优选抗剥落剂品种的基础上，研究全部采用破碎天然砂砾石料、采用 88% 破碎天然砂砾石料的沥青混凝土最大理论密度、容重、孔隙率及水稳定性性能，确定采用天然砂砾石料沥青混凝土的级配指数、沥青含量、填料用量、抗剥落剂掺量等配合比参数，提出奴尔水利枢纽工程天然砂砾石料沥青混凝土初步推荐配合比。

(4) 根据提出的初步推荐配合比，研究天然砂砾石料沥青混凝土的力学及渗透性能，提出奴尔水利枢纽工程天然砂砾石料沥青混凝土优选配合比方案。

(5) 在优选天然砂砾石料沥青混凝土配合比试验成果基础上，进行天然砂砾石料沥青混凝土静、动力工程特性试验，提出天然砂砾石料沥青混凝土的配合比等材料参数指标，为数值计算分析提供必要的参数。

(6) 优选出 2 组适合新疆奴尔水利枢纽工程的沥青混凝土配合比，并进行了沥青混凝土的水稳定性、间接拉伸、小梁弯曲、单轴压缩、渗透、静三轴、动三轴及耐久性试验，以论证砂砾石料用于奴尔水利枢纽工程沥青混凝土心墙的可行性，为设计与施工提供技术支持。

(7) 开展天然砂砾石料沥青混凝土的长期耐久性性能研究。采用长期浸水试验，研究天然砂砾石料对沥青混凝土水稳定性和劈裂性能的影响，并与人工灰岩骨料进行对比；采用长期冻融循环试验，研究天然砂砾石料沥青混凝土在冻融循环作用下的物理力学性能和微观结构的演变规律。

(8) 研究不同孔隙率条件下，天然砂砾石料沥青混凝土的力学性能、渗透性能，以及长期耐久性性能，提出奴尔水利枢纽工程天然砂砾石料沥青混凝土施工质量控制技术要求。

2.1.3 试验研究成果

(1) 各种原材料主要技术指标及检测结果见表 2-1 ~ 表 2-7。

表 2-1 沥青质量技术指标检测结果

检测项目	针入度 (0.1mm)	软化点 (℃)	延度 (cm)		旋转薄膜加热试验			
			15℃	10℃	质量变化 (%)	残留针入度比 (%)	残留延度 (cm)	
技术要求	80~100	不小于45℃	不小于100	不小于45	±0.8	不小于57	≥100	≥8
检测结果	86	50.0	100	100	-0.11	60	>100	>100
备注	中国石化塔河炼化有限责任公司生产（简称库车沥青）东海牌90号沥青。							

表 2-2 矿粉（填料）质量技术指标检测结果

检测项目	技术要求	检测结果
表观密度 (g/cm ³)	≥2.50	2.69
亲水系数	≤1.0	0.71
含水率 (%)	≤0.5	0.2
颗粒级配 通过率 (%)	0.6	100
	0.15	>90
	0.075	>85

表 2-3 粗骨料质量技术指标检测结果

检测项目	技术要求	4种级配检测结果
表观密度 (g/cm ³)	≥2.6	2.68~2.78
针片状颗粒含量 (%)	≤25	2.0

压碎值 (%)	≤30	14.2
吸水率 (%)	≤2	0.4~0.6
坚固性 (硫酸钠) %	≤12	3.0~4.8
含泥量 (%)	≤0.5	0.2~0.3
粘附性 (级)	≥4	4级

表 2-4 细骨料质量技术指标检测结果

检测项目	技术要求	检测结果
表观密度 (g/cm ³)	≥2.55	2.66
吸水率 (%)	<3 (DL/T5363-2006)	1.3
含泥量 (%)	≤2	0.4
耐久性 (坚固性) %	≤15	2.1
水稳定等级 (级)	≥6	9级

表 2-5 抗剥落剂质量技术指标检测结果

检测项目	技术要求 (SL501-2010)	检测结果	试验方法
沥青与粗集料粘附性	≥4级	4级	水煮法

(2) 奴尔天然砂砾石的原料岩石种类繁多,形成的原因也比较复杂,可能含有某些不稳定的化学物质或者有害成分。试验根据天然骨料样品的颜色和纹理,将天然骨料的种类大致划分为6大类,对每一类别选取1至2块具有代表性的岩石,分别进行了岩石矿料鉴定。天然(破碎)砂砾石粗骨料岩矿鉴定结果,奴尔水利枢纽沥青混凝土心墙拟用天然砂砾石的原岩品种比较复杂,既含有偏碱性的岩石类(细粒石灰岩),也含有偏酸性的岩石类(花岗岩、石英砂岩等)。本次试验用天然骨料样品,偏酸性骨料居多。

(3) 抗剥落剂对比试验。为了提高沥青与酸性骨料的粘附性,目前国内外通常采用在沥青中添加抗剥落剂的方式。

当前国内使用的聚合物抗剥落剂主要有胺类与非胺类抗剥落剂。以胺类居多,但是胺类物质受热易分解,稳定性相对较差,其抗剥落剂的耐热性与长期性能备受质疑。非胺基类抗剥落剂的主要成分是一种表面活性剂,其特点是热稳定性和耐久性较好,抗剥落剂分解温度高达180℃以上。适合于各种石料(碱性或酸性)化学碱不发生破坏,水稳定性性能好。

试验为提高酸性骨料与沥青的粘附性,通过调研,优选了匀强®-EASA100 沥青抗剥落剂(非胺类),XT-2型沥青抗剥落剂(非胺类)以及CW-1型沥青抗剥落剂(非胺类),进行比选试验。

(4) 粗骨料与沥青的粘附性试验。试验用粗骨料为坝址下游河漫滩C2料场开采的天然砂砾石料冲洗干净后,经破碎并筛分而成。天然砂砾石的原料岩石种类繁多,即含有偏酸性的岩石(石英砂岩、花岗岩等),也含有偏碱性的岩石(细粒石灰岩)。本次试验,为比较三种不同品牌抗剥落剂的性能,根据天然砂砾石样品的颜色和纹理,从砂砾石样品中挑选了3种具有代表性的酸性骨料进行试验,试验结果见表2-6,天然砂砾石破碎粗骨料与沥青黏附性试验见图2-1~图2-2。

(5) 试验结果表明:①不掺抗剥落剂,天然砂砾石中的酸性骨料与沥青的黏附性等级为3级或4级;② 沥青中掺入适当的抗剥落剂,能明显提高酸性骨料与沥青的黏附性。从图2-2可以明显的看出,沥青中掺入抗剥落剂,在沸水中浸煮3min后,沥青膜完全保存,剥离面积百分率小于10%,黏结力等级达到5级或4级;③三种不同品牌的非胺类抗剥落剂均能有效地提高酸性骨料与沥青的黏附性,使酸性骨料黏结力等级达到5级或4级。



石英砂岩 白色 (花岗岩) 粗粒花岗岩

图 2-1 天然砂砾石破碎粗骨料与沥青黏附性试验结果 (未添加抗剥落剂)

表 2-6 天然(破碎)砂砾石粗骨料与沥青的黏附性试验结果

试验编号	砂砾石原石种类	抗剥落剂品牌	抗剥落剂掺量 (%)	黏结力等级	备注
NL-0	1# 石英砂岩	—	0.0	4	见图2-2
	2# 白色白岗岩(花岗岩)			4	
	3# 粗粒花岗岩			3	

NL-1	1# 石英砂岩	匀强 ®-EASA100	0.3	5	见图2-3
	2# 白色白岗岩(花岗岩)			5	
	3# 粗粒花岗岩			5	
NL-2	1# 石英砂岩	XT-2	0.3	5	
	2# 白色白岗岩(花岗岩)			4	
	3# 粗粒花岗岩			4	
NL-3	1# 石英砂岩	CW-1	0.3	5	
	2# 白色白岗岩(花岗岩)			5	
	3# 粗粒花岗岩			4	



图 2-2 天然砂砾石破碎粗骨料与沥青黏附性试验结果(添加抗剥落剂)

(6) 水稳定性试验。试验结果表明:

1) 沥青混凝土中添加适当的抗剥离剂,能有效提高沥青混凝土的水稳定系数。

2) 匀强®-EASA100 沥青抗剥落剂(非胺类)质量最为稳定,在推荐掺量范围内,随着掺量的增加,沥青混凝土的水稳定性呈增加趋势。

(7) 比选结果。三种不同品牌抗剥落剂配制的沥青混凝土水稳定系数均大于 0.90,满足 SL 501—2010 抗剥落剂《土石坝沥青混凝土面板和心墙设计规范》的相关技术要求。最终综合考虑选择匀强®-EASA100 沥青抗剥落剂为本次试验用抗剥落剂,初期掺量为 0.3%。见表 2-7。

表 2-7 抗剥落剂(不同品牌和掺量)对沥青混凝土水稳定系数影响试验结果

编号	抗剥落剂品牌	配合比主要参数				水稳定系数 K_w
		级配指数 r	沥青含量 B (%)	填料用量 F (%)	抗剥落剂掺量(%)	
NTB0	—	0.39	6.7	12.0	0.0	0.86
NTB1-1	EASA100	0.39	6.7	12.0	0.1	0.94
NTB1-2		0.39	6.7	12.0	0.3	0.99
NTB1-3		0.39	6.7	12.0	0.5	1.04
NTB2-1	XT-2	0.39	6.7	12.0	0.1	1.04
NTB2-2		0.39	6.7	12.0	0.3	0.94
NTB2-3		0.39	6.7	12.0	0.5	1.01
NTB3-1	CW-1	0.39	6.7	12.0	0.1	0.97
NTB3-2		0.39	6.7	12.0	0.3	0.93
NTB3-3		0.39	6.7	12.0	0.5	0.94

2.1.4 试验研究结论

(1) 克拉玛依 90 号沥青、库车 90 号沥青均满足 SL 501—2010《土石坝沥青混凝土面板和心墙设计规范》中沥青的技术要求,可用于奴尔沥青混凝土心墙工程;坝址下游河漫滩 C2 料场开采的天然砂砾石料,冲洗、破碎筛分后,呈酸性。质地坚硬,坚固性较好,与沥青的粘附性达到 4 级,质量满足 SL501—2010 规范中粗骨料的质量要求;匀强®-EASA100 沥青抗剥落剂(非胺类),能有效提高砂砾石粗骨料与沥青黏附性以及砂砾石沥青混凝土的水稳定性。

(2) 沥青混凝土配合比设计及性能试验结果。库车 90 号沥青、克拉玛依 90 号沥青推荐配合比见表 2-9。推荐的沥青混凝土配合比的各项性能能够满足沥青混凝土心墙的相关技术要求。

(3) 优选的两种配合比制备的沥青混凝土试样均具有较高的强度和模量。天然砂砾石料沥青混凝土配合比具有更好的塑性,适应变形的能力优于人工灰岩骨料沥青混凝土。

(4) 天然砂砾石沥青混凝土耐久性试验结果表明,砂砾石沥青混凝土中添加适当的抗剥落剂,能有效的提高沥青混凝土的抗水侵蚀能力和抗冻融能力。

表 2-8 奴尔大坝心墙沥青混凝土推荐配合比

骨料品种	沥青品种	级配指数 r	沥青含量(油石比)%	填料用料F (%)	抗剥落剂 (%)	各级矿料质量百分比 (%)					
						13.2~19mm	9.5~13.2mm	4.75~9.5mm	2.26~4.75mm	0.075~2.36mm	<0.075mm
砾石(100%碎石)	库车90号	0.39	6.7(7.1)	12	0.3	14.2	10.2	17.9	14.2	31.1	矿粉12.4
	克拉玛依90号	0.39	6.7(7.1)	12	0.3	14.2	10.2	17.9	14.2	31.1	12.4

2.2 现场验证试验

为了确保工程施工质量,在专题试验研究的基础上,在工程施工现场进行验证复核试验,为现场铺筑试验提供基准配合比,并最终用于生产性试验施工配合比。

2.2.1 试验内容

(1) 原材料的检验,包括人工破碎骨料、矿粉、沥青、抗剥落剂等。

(2) 选择库车90号沥青进行沥青配合比验证试验,通过一系列沥青混凝土性能试验,确定符合设计规范要求且经济合理的沥青混凝土最佳施工配合比。

(3) 现场冷骨料进行室内合成级配见表2-9,冷骨料合成级配曲线见图2-3。

表2-9 冷骨料合成级配试验成果

规格粒径	1#冷料	2#冷料	3#冷料	4#冷料	5#冷料	矿粉	合成级配	设计级配
	0~2.36mm	2.36~4.75mm	4.75~9.5mm	9.5~13.2mm	13.2~19mm			
26.5mm	100	100	100	100	100	100	100	100
19mm	100	100	100	99.8	97.1	100	99.5	100
16mm	100	100	100	99.5	69.5	100	95.1	93.5
13.2mm	100	100	100	97.8	23.2	100	87.4	86.8
9.5mm	100	100	99.0	25.8	1.6	100	74.5	76.4
4.75mm	99.9	98.2	10.4	0.7	0.1	100	57.4	58.5
2.36mm	98.2	26.9	0.3	0.1	0.1	100	44.6	44.6
1.18mm	77.2	9.1	0.2	0.1	0.1	100	35.6	34.2
0.6mm	46.7	3.6	0.2	0.1	0.1	100	25.6	26.4
0.3mm	25.3	2.0	0.2	0.1	0.1	100	18.9	20.2
0.15mm	13.6	1.5	0.1	0.1	0.1	99.8	15.3	15.6
0.075mm	5.7	1.0	0.1	0.1	0.0	91.6	12.0	12.0
掺配比例 (%)	30	15	15	13	16	11	—	—

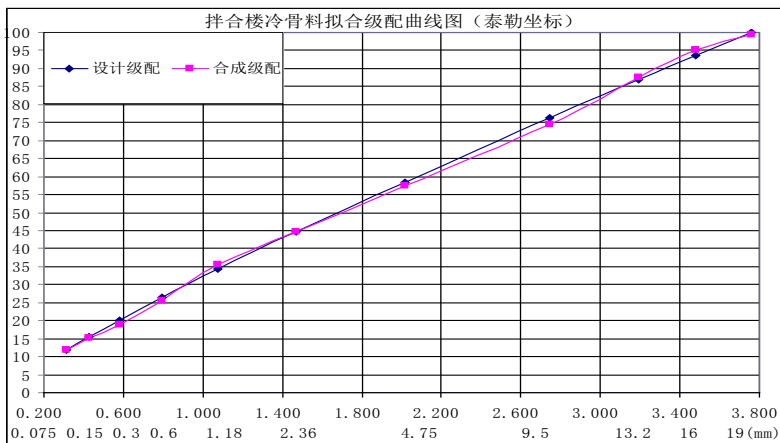


图2-3 冷骨料合成级配曲线图

(4) 工地试验室马歇尔试验验证结果均满足设计要求,见表2-10。

表2-10 库车90号沥青混凝土配合比工地现场室内马歇尔试验结果

沥青含量 (%)	试件密度 (g/cm ³)	理论最大密度 (g/cm ³)	孔隙率 (%)	稳定度 (N)	流值 (0.1mm)
6.4	2.443	2.454	0.46	6120	81.5
6.7	2.430	2.447	0.70	6628	90.2
7.0	2.422	2.437	0.62	5293	102.1
设计要求	>2.35	—	≤2	>5000	30~110

(5) 施工现场拌和楼试拌,取混合料进行马歇尔试验,见表2-11,见图2-4。

表2-11 拌和楼试拌马歇尔试验成果

检测指标	沥青含量 (%)		试件密度 (g/cm ³)		理论最大密度 (g/cm ³)		孔隙率 (%)		稳定度 (N)		流值 (0.1mm)		
	6.7		2.432		2.444		0.49		6079		84.0		
设计要求		±0.3		>2.35		—		≤2		>5000		30~110	
矿料级配	筛孔 (mm)	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
	通过率 (%)	100	98.3	92.8	86.2	77.3	60.7	41.9	34.5	26.1	18.0	14.3	12.2
设计级配		100	100	93.5	86.8	76.4	58.5	44.6	34.2	26.4	20.2	15.6	12.0
级配偏差 (%)		0	-1.7	-0.7	-0.6	0.9	2.2	-2.7	0.3	-0.3	-2.2	-1.3	0.2
允许偏差范围		±5	±5	±5	±5	±5	±5	±4	±4	±4	±4	±4	±2

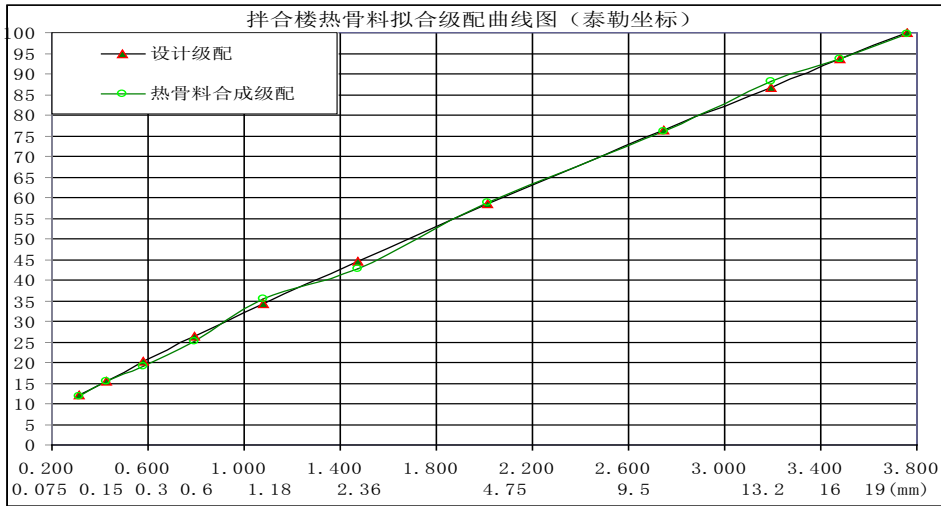


图 2-4 热料拟合级配 (“▲”代表设计级配, “●”代表拟合级配)

(6) 推荐施工配合比及骨料设计级配及拟合级配曲线 (见表 2-12、表 2-13)。

表 2-12 心墙沥青混凝土生产配合比推荐

材料名称	C2料场100%破碎骨料 (%)					矿粉 (%)	沥青含量 (%)	抗剥落剂 (%)
	5#热料	4#热料	3#热料	2#热料	1#热料			
规格	13.2~19mm	9.5~13.2mm	4.75~9.5mm	2.26~4.75mm	0~2.36mm	<0.075mm	90号道路石油沥青A级	SA-100
组成比例	13	14	16	15	33	9	6.7	0.3
备注	沥青为库车东海牌石油90号沥青; 抗剥落剂为江苏苏博特; 矿粉为新疆洛浦县金石矿粉。							

表 2-13 骨料设计级配及拟合级配曲线

粒径 (mm)	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率设计 (%)	100	93.5	86.8	76.4	58.5	44.6	34.2	26.4	20.2	15.6	12.0
通过率热料 (%)	99.0	93.6	88.1	76.1	58.8	42.6	35.6	25.3	19.2	15.6	11.8
通过率冷料 (%)	99.5	95.1	87.4	74.5	57.4	44.6	35.6	25.6	18.0	15.3	12.0

2.3 现场验证试验发现的问题及解决方法

2.3.1 天然砂砾石料破碎筛分而成的小于 0.075mm 矿粉, 经检测呈酸性, 验证试验现场采取细骨料单炒等措施进行石粉分离处理工艺后, 热料仓检测热骨料拟合级配筛分试验后酸性 0.075mm 石粉含量仍然有超过 2% 的情况。

2.3.2 针对这一问题进行了补充试验研究, 采用部分酸性矿粉进行了可行性试验研究论证。将 0.075mm 酸性填料掺量从 1% 增加到 6%, 提高掺抗剥落剂掺量, 进行沥青混凝土的力学强度值 (劈裂、拉伸、弯曲、单轴抗压及三轴抗剪)、应变值 (间接拉伸、直接拉伸、弯拉) 及渗透性能变化幅度等试验研究论证。通过论证, 说明酸性填料掺量在一定范围内变化, 对沥青混凝土的强度、变型及渗透性能、耐久等性能影响与碱性灰岩骨料沥青混凝土基本一致结论。

2.3.3 根据补充试验结果, 确定将酸性 0.075mm 石粉含量控制在不大于 3%, 沥青抗剥落剂推荐掺量 0.5% 这个标准。

2.4 心墙沥青混凝土及砂砾石过渡料碾压试验验证

2.4.1 试验的目的。沥青混凝土现场铺筑碾压试验是对室内沥青混凝土配合比进行验证, 通过对沥青混凝土原材料制备、储存、拌和、以及各种施工机械的类型、运输性能与生产能力匹配情况、铺筑碾压及质量检测等一套施工工艺流程的演练, 结合过渡料摊铺及碾压试验, 取得并确定沥青混凝土心墙施工工艺参数, 用以指导沥青混凝土心墙的实际施工。此外, 结合气候和运输条件, 确定施工工艺参数: 铺料层厚度、碾压方式及遍数, 施工时碾压适宜温度控制范围, 特别是低气温、风沙天气等情况下, 保证施工质量的施工工艺和技术措施。

2.4.2 施工工艺流程主要包括铺筑前的准备、烘炒分级、沥青混合料拌制、沥青混合料运输、沥青混合料和过渡料

摊铺、沥青混合料和过渡料碾压、层间和接缝处理、质量检测等几个主要阶段。其具体施工工序为：施工准备→浇筑基础混凝土、层面清理、验收测量放线、定位→铺筑冷底子油→铺筑沥青砂马蹄子→沥青混合料和过渡料卸入摊铺机→摊铺机摊铺沥青混合料→过渡料反铲补填→过渡料和沥青混合料分别碾压。

2.4.3 施工参数选择试验结果

(1) 现场摊铺试验段长 30m，平段全部采用机械摊铺，斜坡面采用人工摊铺，同一铺筑层厚度 30cm，碾压试验时气温为 17℃，沥青混合料出机口温度大于 150℃ 小于 165℃，入仓温度大于 145℃ 小于 160℃，初碾温度 130℃~150℃，终碾温度不低于 110℃，摊铺第二层时设置了一处斜坡冷接缝。

(2) 从试验结果分析，三个碾压区芯样试件孔隙率全部满足设计要求（现场 < 3%），综合考虑选择 10 遍区碾压参数作为大坝心墙沥青混凝土施工时碾压参数。接缝处渗透检验，芯样密度、孔隙率检测结果均符合设计要求，经对芯样仔细观察，沥青混凝土层间结合良好，与水泥混凝土面粘接紧密，未发现有明显接缝和不密实现象，说明所采取的层间和接缝处理施工工艺是可行的。

(3) 对拌制沥青混合料质量和现场钻取芯样进行了试验检测，试验结果见表 2-14 所示。

(4) 根据试验结果确定的沥青混凝土心墙配合比见表 2-15。

2.5 试验论证结果

2.5.1 通过检测、试验、对比、分析、验证等研究，在采取措施的情况下，酸性骨料、砂砾石骨料和酸性填料生产的沥青混凝土各项技术指标满足设计和规范要求。

2.5.2 通过铺填碾压工艺试验验证，酸性骨料、砂砾石骨料和酸性填料生产的沥青混凝土能满足坝体心墙填筑施工的施工性能要求。

表 2-14 拌和楼拌制沥青混合料试验检测结果

检测项目	单位	设计要求	检测结果										
试件密度	g/cm ³	≥2.35	2.419										
孔隙率	%	≤2	1.1										
理论最大密度	g/cm ³	实测值	2.447										
稳定度	N	>5000	6808										
流值	0.1mm	30~110	84.8										
水稳定系数	%	≥0.9	0.92										
渗透系数	(cm/s)	<1×10 ⁻⁸	未见渗透										
油石比	%	设计值 7.1±0.3	7.15										
矿料级配	筛孔(mm)	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
	通过率 (%)	100	98.2	92.9	85.6	78.1	60.4	43.1	33.8	26.1	19.1	14.9	12.0
	设计级配 (%)	100	100	93.5	86.8	76.4	58.5	44.6	34.2	26.4	20.2	15.6	12.0
	偏差值 (%)	0	-1.8	-0.6	-1.2	1.7	1.9	-1.5	-0.4	-0.3	-1.1	-0.7	0
	规范要求 (%)	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±4	±4	±4	±4	±4	±2

表 2-15 奴尔大坝心墙心墙沥青混凝土生产配合比推荐（组成比例）

骨料品种	沥青品种	级配指数 _r	沥青含油量（油石比）%	填料用量 F (%)	抗剥落剂 (%)	各级矿料质量百分比 (%)					
						13.2~19mm	9.5~13.2mm	4.75~9.5mm	2.26~4.75mm	0.075~2.36mm	<0.075mm
砾石(100%碎石)	库车90号	0.39	6.7	9+3	0.5	13	14	16	15	30	矿粉 12（含天然石粉3）
备注	1. 沥青为库车东海牌石油90号A级沥青；抗剥落剂为江苏苏博特；矿粉为新疆洛浦县金石矿粉； 2. 施工中应保持骨料小于0.075mm颗粒占矿料总质量小于3%； 3. 施工中根据骨料中小于0.075mm颗粒含量对矿粉进行适当调整。										

3 低温、风沙天气环境施工技术

常温条件下碾压式沥青混凝土防渗心墙施工技术目前已趋于成熟，但在寒冷地区土石坝碾压式沥青混凝土防渗心墙冬季施工技术方面在本领域内仍属于探索阶段。在 0℃~ -15℃ 的低温及沙尘天气条件下碾压式沥青混凝土的施工技术，奴尔水利枢纽工程沥青混凝土心墙坝建设中进行了深入的研究并成功应用。经现场试验研究，在沥青混凝土原材料、配合比、加温拌和设备等方面采取以下几个方面的技术和措施，能保证低温、风沙天气环境下的沥青混凝土施工质量：

3.1 低温施工沥青混凝土拌和

3.1.1 对沥青混凝土原材料进行保温防护的同时,适当提高沥青含量0.3%作为冬季施工配合比。

3.1.2 对拌和系统进行保护,在沥青混合料拌和站增设辅助加热、保温设备。拌和楼热骨料提升机、热料仓和混合料搅拌锅均增设一层矿棉保温层,沥青输送管路增加蒸汽护套保证其畅通,尽量降低搅拌系统的温度损失。通过以上措施,运输过程中的温度损失减少了3℃。

3.1.3 根据当时施工现场环境温度,适当提高沥青混合料拌和温度:骨料加热控制在180~190℃;沥青加热控制在160~170℃;气温偏低时取上限。混合料出机口温度一般控制在165~175℃;经过水平运输、摊铺机摊铺时的温度损失,要求混凝土入仓温度达到146~166℃,满足低温季节沥青混凝土施工的碾压温度要求。

3.1.4 沥青的熔化、脱水温度不宜过高,宜控制在120℃左右,严格将沥青的加热、保温温度控制在150℃~160℃范围内,保温时间不超过48h。

3.1.5 将矿料的加热温度控制在170℃~190℃。

3.1.6 施工中采用的温度控制范围通过现场摊铺、碾压等情况适当调整。

3.2 低温施工沥青混凝土心墙的施工技术和措施

3.2.1 严格执行碾压式沥青混凝土低温施工试验时推荐的沥青混合料的出机温度和入仓温度,严格控制碾压温度。

3.2.2 沥青混凝土施工设备夜间应存放在封闭式的停车棚内,避免夜间受冻,确保继续铺筑时能够顺利启动;

3.2.3 加强施工现场的组织、协调、管理工作,沥青混合料拌和、运输、摊铺、碾压各工序紧密衔接,缩短工序作业时间。沥青混合料从出机到碾压完毕所用时间不超过30分钟。

3.2.4 缩短碾压段,按15m左右为一个碾压单元,摊铺后及时碾压;碾压设备数量配置相对富裕。

3.2.5 心墙专用摊铺机前增加一组红外线加热板(或丙烷燃烧器)并适当降低摊铺机行进速度,保证心墙结合层面温度达到规范要求。

3.2.6 根据2015年12月温度统计情况,12月最低气温-23℃,最高气温3℃,针对此情况确定冬季施工条件为-10℃以上采用保温措施施工,低于-10℃时停止沥青混凝土施工,现场采用棉被及电热毯保温。

3.3 沥青混凝土心墙冬季停工越冬保护措施

在冬季停工后,为了防止沥青混凝土在低温下遭到冻害,应用沙土埋藏保温,奴尔坝体填埋深度正面和侧面均100cm,大于冻土深度20cm。由下至上为帆布、电热毯、棉被、过渡料。整个越冬期,由值班人员每天对沥青混凝土心墙进行温度测量,测量采用插入式电子温度计,位置数量采用50~100m布置一个,根据测量结果整理出外界温度及内部温度的线性关系,当内部温度低于0℃时,打开电热毯加热,保证内部温度高于0℃。见附图3-1。



图3-1 冬季停工期间保护

冬季及夏季沥青心墙施工阶段,为避免沥青心墙夜间受低温影响及风沙影响,在摊铺过程中,在摊铺机后面拖较厚的帆布,随着摊铺机的行进,对沥青混凝土心墙全断面拖盖。在停工前采用毡布及保温被覆盖沥青心墙,毡布上层再覆盖一层防雨布,对沥青混凝土心墙加以防冻保护。

3.4 沥青混凝土心墙施工防尘、防沙技术

防尘防沙是奴尔坝体工程施工中质量控制的重点之一,以保证层间结合质量。一要避免防止沙尘天气带来的沙尘,二要避免防止摊铺机过渡料装填过程中的散落污染,三要避免防止人员机械活动带来的层面污染。本工程根据施工实际探索,采取了以下措施:

3.4.1 摊铺机沥青混凝土出料口拖挂3m长白帆布,确保过渡料装填过程中散落不造成沥青混凝土污染。随着摊铺机前进,迅速用油帆布覆盖,宽度大于心墙宽度40cm(心墙两侧各20cm),保证整个施工过程帆布无缝结合,沥青混凝土不在外部暴露。

3.4.2 碾压完成后及时揭除油帆布并采用白色棉质帆布覆盖,确保摊铺完成后与下层结合面干净、整洁。也防止心墙表面温度散失过快,碾压后表面形成横向裂纹,必要时直接在厚帆布上碾压。

3.5 沥青混凝土碾压后气泡排放及碾压顺序控制技术

沥青混凝土心墙表面防风沙油帆布覆盖碾压,油帆布致密光滑和沥青很容易紧密粘合,碾压过程中沥青混凝土内部揉搓产生的气泡无法排出,造成沥青混凝土不密实同时也影响渗透性。采取了以下措施有效的解决了问题:

3.5.1 碾压后立即将油帆布掀起,待沥青混凝土内部排出内部气泡后再用苫布覆盖,通过以上措施,从现场钻取的芯样观察气泡基本消除。

3.5.2 碾压顺序控制措施:采用常规的“正品字”碾压顺序沥青混凝土和过渡料同时碾压,碾压后将心墙上下游侧挖开检查,发现铺层上部心墙宽度增大,且顶部盖帽较大的问题,部分沥青混凝土挤压到较松散的砂砾石过渡料内部;

铺层下部出现沥青混凝土心墙瘦身，形成犬牙交错现象，保证不了心墙设计形状和设计尺寸。通过改变碾压次序，先对砂砾石过渡料进行静压后，优先振动碾压沥青混合料再待沥青混凝土温度降到小于等于终碾温度时再碾压砂砾石过渡料的施工工艺，解决沥青瘦身和设计宽度的问题。

4 施工质量检测及质量控制

4.1 拌合站质量控制

4.1.1 人工砂单炒，先炒骨料后单炒砂。

4.1.2 骨料加热温度 $160^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$ ，骨料加热温度不超过沥青加热温度的 $10^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ ，防止沥青发生老化，沥青混合料温度超过 190°C 应视为废了处理。

4.1.3 90# 沥青加热搅拌温度 $150^{\circ}\text{C} \sim 160^{\circ}\text{C}$ ，沥青混合料出机温度 $150^{\circ}\text{C} \sim 170^{\circ}\text{C}$ ；拌制的热混合料石粉含量不大于 3%，沥青混合料由下料口到拉运车高度不得大于 1.5m。

4.1.4 对不符合温度要求的热料及时排掉，待温度符合要求后方可开始拌制混合料，拌制混合料时，矿料干拌不少于 15s，再加入沥青拌和，搅拌时间应不少于 45s，经过现场取样观察，拌和出的沥青混合料色泽均匀，稀稠一致，无花白料、黄烟及其它异常现象，骨料沥青裹覆率良好。

4.1.5 对于因温度低或级配不能满足设计要求的废弃沥青混合料、粗细骨料混合料，可作为弃料处理，不得掺入成品料堆或再次使用。

4.2 施工过程质量检测、控制

4.2.1 在正常施工期间，试验室依据规范要求的检测频次，从拌和楼出机口取样，检查沥青混合料的沥青含量和矿料级配，并进行密度检测，若发现级配偏离时，对拌和楼热料仓中的骨料级配进行检测，并根据检测结果对配料单进行必要的调整。拌和楼配备自动打印装置，逐盘记录沥青和骨料称量记录，对每天或每个台班生产沥青混合料总量进行配合比偏差检验。

4.2.2 现场铺筑质量应以无损检测为主，采用无核密度仪检测密实度，渗气仪现场检测渗透性，对接缝处或可疑部位重点进行检测；对每层沥青混凝土进行外观检查，如发现裂纹等异常现象，查明原因，及时处理。

4.2.3 心墙每升高 2 ~ 4m 应钻取芯样一组（3 个）进行密度、孔隙率、沥青含量和矿料级配等验证性检验，并检查层间结合情况和两侧开槽检查心墙垂直度、宽度。

4.2.4 心墙每升高 10 ~ 12m 钻孔取芯，进行三轴、小梁弯曲等力学性能检验。对钻孔取芯后留下的孔洞应清理干净，并用海绵吸干水分，加热烘干，达到 70°C 以上，然后分 5cm 一层进行沥青混合料回填击实。

4.3 现场沥青混凝土控制标准

4.3.1 施工中严格控制外部环境，在日降雨超过 5mm，风速大于 4 级，气温低于 -5°C 时，坚决不能施工，夜间照明条件不好不能施工。

4.3.2 根据所取芯样试验结果可以看出：底部试件密度较上部试件密度小，说明填筑层上部易碾压密实，下部不易碾压密实，且下部密度随着碾压遍数增加而增大，因此，在施工过程中，严格控制铺料厚度、碾压遍数、碾压方式，确保整个断面厚度内压实质量。

4.3.3 随时目测热拌沥青混合料均匀性、是否冒黄烟、有无花白料等异常现象，并立即查明原因及时调整，确保混合料拌和质量。级配离析和温度离析是影响沥青混凝土质量均匀性重要因素，在施工过程中及时目测发现，采取有效措施避免产生。

4.3.2 碾压温度是确保碾压质量的重要参数之一，温度过低可能压不实，温度过高，混合料变形较大，表面可出现发丝状裂纹、拥包或推移，而且增加能耗成本，降低生产效率。沥青混合料入仓温度 $140^{\circ}\text{C} \sim 165^{\circ}\text{C}$ ，沥青混合料初碾温度 $140^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，最低不宜低于 130°C ，低温季节施工不低于 135°C ，沥青混合料终碾温度 $130^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ ，最低不宜低于 110°C ，对低于 110°C 的混合料作为废料废弃。

4.4 沥青混凝土层间结合面施工处理质量控制

4.4.1 接缝是沥青混凝土心墙的薄弱部位，在施工中应尽可能避免，应在摊铺前进行施工处理，在施工中应特别重视。心墙混凝土基座（或铜止水带）表面干燥、洁净，水泥混凝土基座表面经凿毛后涂刷 1 ~ 2 遍冷底子油，待干燥后再铺设 1 ~ 2cm 厚砂质沥青玛蹄脂。

4.4.2 施工接缝应采用斜面平接，斜面坡度宜为 45° 。施工前对接缝表面污物、杂物清除，然后进行加热，加热温度应控制在 $90 \sim 110^{\circ}\text{C}$ ，再涂刷热沥青。压实要及时跟进，可安排人工用振动夯板在摊铺完后立即进行，加强碾压确保压实质量，对接缝部位质量用真空渗气仪进行重点检测，若不合格时，应挖除置换新沥青混合料进行处理。

4.4.3 冬季沥青混合料出机口温度提高到上限，摊铺前层间处理干净后，对下层沥青表面不进行深度加热，利用上层新铺沥青混合料（ 165°C ）的热量，停滞约 20 分钟后，可将下层沥青混凝土融化 5cm 深，结合面温度可达到约 70°C 以上。摊铺后的沥青混合料表面用帆布覆盖保温，并且在施工过程中通过缩小碾压循环，以防止表面温度损失过快，从而保证沥青混合料的碾压温度。

4.5 沥青心墙试验及质量检测控制

4.5.1 沥青含量和矿料级配是影响沥青混凝土性能的重要检测指标，施工过程中重视抽提、热料筛分试验，并根据试验结果，有问题时及时对配料单做出相应调整。

4.5.2 沥青混凝土出机口温度和现场温度早中晚三个主要时段，每个时段检测不少于 4 个，雨天或低温时段增加

检测频次。

4.5.3 心墙碾压完毕后压实质量检测方法主要有：现场 EDG-A 沥青无核密度仪无损检测密度，用 ZC-6 型渗气仪无损检测沥青混凝土的渗透系数，现场取芯样检测和室内沥青混合料抽提及马歇尔击实试验检测。检测指标包括沥青混凝土密度 $> 2.35\text{kg/cm}^3$ ，孔隙率 $< 3\%$ ，渗透系数 $< 1 \times 10^{-8}$ 及其他设计指标。现场检测以无损检测为主，若发现不合格点，应立即钻取芯样进行测试，芯样测试不合格则要进行处理。

5 施工质量效果

5.1 质量检测和评定效果

5.1.1 质量评定情况：奴尔沥青心墙混凝土心墙自 2016 年 9 月 29 日正式开始铺筑，到 2017 年 9 月 12 日全部达到心墙坝顶 2498.5m 高程，砂砾料相对密度共检测 1803 组，相对密度在 0.85 ~ 0.99 之间，平均相对密度 0.89，满足设计相对密度 0.85 标准；砂砾石过渡料共检测 1254 组，相对密度在 0.85 ~ 0.97 之间，平均相对密度 0.89，满足设计相对密度 0.85 标准。

5.1.2 心墙坝沥青混凝土共使用沥青 6463.85t，检测 165 组；沥青矿粉使用 13030.5t，共检测 250 组；沥青混凝土砂石骨料使用 40000m^3 共检测 114 组；共检测沥青混凝土马歇尔试件 224 组；沥青混凝土芯样 72 组；小梁弯曲及三轴试验检测 6 组；沥青混凝土施工过程温度控制检测 1700 余组；沥青心墙混凝土现场密度检测 35054 组；检测频次及检测结果均符合符合设计及规范要求。检测情况见表 5-1 ~ 表 5-6。

5.1.3 沥青心墙混凝土共完成单元工程 287 个，单元工程验收合格率为 100%，优良率达 92.7%。

表 5-1 沥青混凝土芯样检测结果统计

检测项目	密度 (g/cm^3)	平均密度 (g/cm^3)	最大密度 (g/cm^3)	孔隙率 (%)	压实度 (%)	渗透系数 (cm/s)	水稳定系数 (%)
指标	≥ 2.35	≥ 2.35	/	< 3	/	$\leq 1 \times 10^{-8}$	≥ 0.9
组数	293	72	72	72	72	1713	13
最大	2.447	2.436	2.460	2.44	99.5	9.22×10^{-9}	0.96
最小	2.383	2.399	2.445	0.51	97.6	2.45×10^{-9}	0.91
平均	2.420	2.420	2.456	1.48	98.5	5.87×10^{-9}	0.93
备注	依据设计：联总字 2016 第 006 号 HE-BG-07 附件及 SL514-2013						

表 5-2 沥青心墙混凝土小梁弯曲及三轴试验结果统计表

检测项目	密度 (g/cm^3)	最大密度 (g/cm^3)	孔隙率 (%)	小梁弯曲 (4.7℃)		三轴试验 (4.7℃)	
				抗弯强度 (kPa)	最大弯拉 应变 (%)	内摩擦角 (°)	黏结力 (kPa)
指标	≥ 2.35	≥ 2.35	< 3	≥ 400	≥ 1	≥ 25	≥ 300
最大	2.420	2.464	1.9	2200	2.449	28.8	444
最小	2.410	2.442	1.3	1324	1.930	25.9	318
平均	2.415	2.458	1.7	1638	2.201	27.4	365
备注	依据设计：联总字 2016 第 006 号 HE-BG-07 附件及 SL514-2013，共 6 组						

表 5-3 沥青混合料抽提分析试验结果统计表

检测项目	沥青含量 (%)	颗粒级配(通过率%)										
		19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
指标	6.4~7.0	95.0~100.0	88.5~98.5	81.8~91.8	71.4~81.4	53.5~63.5	40.6~48.6	30.2~38.2	22.4~30.4	16.2~24.2	11.6~19.6	10.0~14.0
最大	6.98	100.0	96.9	90.3	80.0	62.1	47.6	38.0	29.0	23.5	17.5	13.7
最小	6.65	98.2	91.2	83.2	72.1	54.2	41.2	32.0	23.8	18.2	13.6	10.3
平均	6.81	99.9	93.9	87.0	76.7	58.6	44.9	34.6	26.7	20.5	15.7	12.1
备注	联总字 2016 第 006 号 HE-BG-07 附件及 SL514-2013，共 224 组											

表 5-4 沥青心墙混凝土马歇尔试件试验结果统计表

检测项目	最大密度(g/cm^3)	试样密度(g/cm^3)	孔隙率 (%)	稳定度 (N)	流值 (0.1mm)
		≥ 2.35	≥ 2.35	< 2	≥ 5000
组数	224	224	224	224	224
最大	2.466	2.451	1.03	8760	104
最小	2.440	2.343	0.33	5700	76
平均	2.457	2.438	0.75	6329	91

表 5-5 沥青混凝土施工过程温度控制检测统计表

检测项目	拌合站出机口温度检测				施工现场温度检测				
	骨料温度 度℃	沥青℃	出机口 温度℃	气温℃	层间结合 面温度℃	入仓温 度℃	初碾温 度℃	终碾温 度℃	气 温℃
组数	141	343	5507	35	146	7690	1642	1514	80
最大	198.3	182	187.7	28	89	180	163	149	29

最小	160.5	140	145	4	69	133	43	110	-10
平均	178	153	166	12	74	159	145	134	10

表 5-6 沥青心墙混凝土现场密度检测结果统计表

检测项目	检测时温度℃	EDG-A 无核密度仪检测			
		最大理论密度 (g/cm ³)	仪器检测密度 (g/cm ³)	仪器检测孔隙率 (%)	仪器检测压实度 (%)
指标	/	/	≥2.35	<3	/
组数	6989	7014	7014	7014	7014
最大	94.8	2.466	2.434	2.93	98.7
最小	5.8	2.440	2.385	0.66	98.4
平均	46.2	2.457	2.421	1.49	98.5
备注	无核密度仪最大检测深度检测30cm, 虚铺层厚度约30cm, 碾压后约28cm。				

5.2 蓄水后检验效果

5.2.1 蓄水情况: 奴尔水枢纽工程于 2018 年 8 月 5 日下闸蓄水, 下闸蓄水当日库水位为 2432.3m 高程, 截止 8 月 29 日坝前水位 2466.6, 基座混凝土高程 2422.3, 水位升高 44.3 米。

5.2.2 大坝渗流观测成果: 在大坝下闸蓄水后, 下游坝体渗流的时间、空间分布规律主要表现为以下几点: 在蓄水过程中, 0+290m、0+540m 断面坝基防渗墙下游侧埋设的 P2、P5 测点的渗压水位分别由 2410.738m、2410.403m 高程升至 2417.119m、2419.232m 高程。坝基测点渗压水位与库水位相关图见图 5-1, 坝体轴线纵断面图见图 5-2。

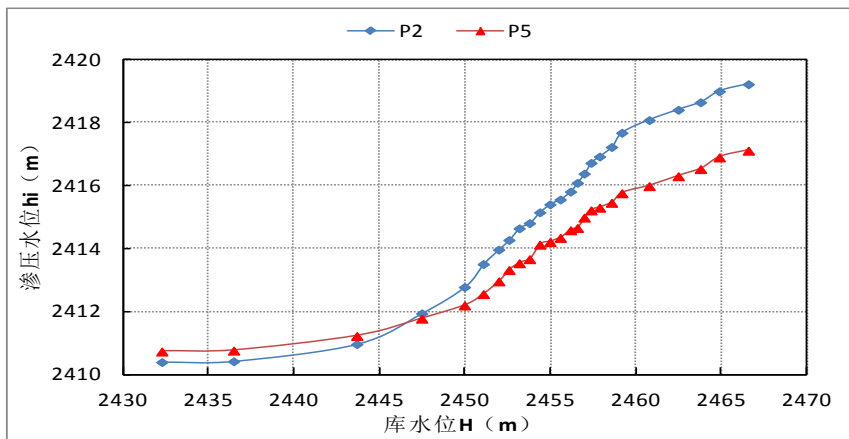


图 5-1 坝基测点渗压水位与库水位相关图

(1) 下闸蓄水前, 上游水位维持在 2430 ~ 2432m 高程时, 河槽左岸 0+166m 桩号心墙基座下游侧的 P10 (埋设高程 2420m) 即表现为 1.389m 的渗压水头。蓄水后, 上游水位呈持续上升状态, 目前, 上游水位已升至 2466.6m 高程, 而 P10 测点的渗压水位在原来的基础上又上升了 2.179m, 当前部位的渗压水位达 2423.568m, 变化不大。

(2) 大坝轴线纵剖面 0+230.5m ~ 0+456.5m 桩号河床段心墙基座下游部位目前无渗压水头, 0+290m 横监测断面从心墙基座下游部位至坝后 120m 处目前坝体也未形成浸润线。

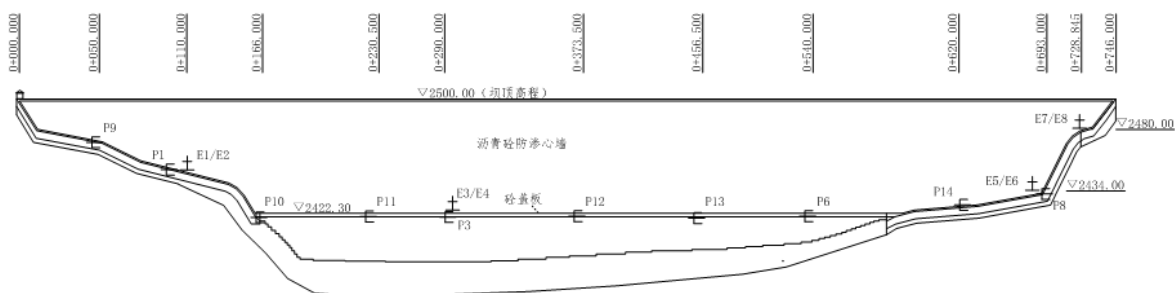


图 5-2 大坝心墙基座下游侧渗压计布置图

5.3 坝体监测效果

5.3.1 大坝沉降变形观测成果: 2018 年 8 月 5 日至 8 月 19 日工程初蓄期间, 大坝沉降量不大, 各测点的沉降变形在 3 ~ 14mm 之间, 大坝自 2015 年 10 月 29 日开始填筑, 下闸蓄水后, 大坝最大沉降变形发生在最大河床段 0+290m/0+540m 断面坝轴线附件, 累计沉降分别为 242mm、259mm 占填筑厚度的 0.30%、0.32%; 覆盖层基础沉降最大发生在 0+290m 断面, 其沉降量为 59mm, 与国内外面板堆石坝施工期坝体最大沉降量与坝高, 一般不超过 0.5% 相比, 本工程施工期沉降不大。坝体的单点最大沉降发生在坝体 (含坝基覆盖层厚度) 的 1/3 ~ 2/3 处, 为目前同类变形的最好效果, 同时也说明工程质量良好。

5.3.2 心墙与过渡料位错变形: 两者竖直错变形规律相近, 呈上部变形小, 下部变形大的分布, 两者位错变形最

大的部位发生在 0+693m, 2450m 高程断面的上游处, 其最大值为 37.3mm, 处于同类坝形的中游水平。沥青混凝土心墙从施工填筑开始至今, 个别心墙部位偏移变化量较小, 测值均小于 0.8mm, 大坝心墙变形趋于平稳。工程初蓄期间, 沥青心墙与过渡料间竖向相对位错变形变幅在 0~4mm 之间, 变化量不大。

5.3.3 心墙挠度变形: 工程初蓄期间, 沥青心墙自身挠度变形的变幅在 0.2~1.2mm 之间, 变化量不大。大坝水平方向位移大部分发生在坝体填筑阶段。截止目前, 最大上下游向水平变形发生在最大河床段 0+290m 断面轴线下 40m 处, 累计向上游变形 169.0mm, 通过以上监测数据可以看出, 大坝整体稳定。

5.3.4 沥青心墙内部温度监测: 沥青混凝土混合料入仓温度一般在 160±10℃ 之间, 符合沥青心墙入仓温度控制, 目前, 心墙 2435m 高程的温度在 7.2℃~7.7℃ 之间, 2450m 高程的温度在 8.4℃~8.8℃ 之间, 2465m 高程的温度在 10.8℃~12.4℃ 之间, 2480m 高程的温度在 18.8℃~19.6℃ 之间, 按照施工期的长短, 目前呈逐步下降阶段, 目前环境温度在 10℃~21℃ 之间。

6 结语

奴尔水利枢纽工程碾压式沥青心墙砂砾石坝经过精心细致的试验研究, 两次的沥青混凝土配合比的试验论证, 以及关于小于 0.075mm 酸性填“石粉”代替部分灰岩填料的专家技术研讨, 成功的解决了坝体碾压式沥青混凝土酸性骨料、砂砾石骨料和酸性填料的工程技术难题; 通过精心细致的施工技术和施工工艺研究, 以及严格的工程质量控制, 在极端施工环境温度为 -15℃ 及多风沙扬尘的气候条件下, 按期完成了工程的沥青混凝土施工, 达到快速施工的目的。而且通过现场及第三方检测试验, 心墙沥青混凝土经无损检测和钻孔取芯检测试验结果均满足设计及规范要求。为高寒多风沙地区碾压式沥青混凝土心墙坝施工提供借鉴经验。也为我国沥青混凝土坝施工技术的发展, 奠定了坚实的技术支持。

[参考文献]

- [1] 《土石坝沥青混凝土面板和心墙设计规范》SL501—2010;
- [2] 《水工沥青混凝土施工规范》SL/514—2013;
- [3] 《沥青混凝土施工规范》DL/T5363—2006;
- [4] 《奴尔水利枢纽工程沥青混凝土心墙应用天然砂砾石试验研究报告》长江水利委员会长江科学院、国家大坝安全工程技术研究中心、水利部水工程安全与病害防治工程技术研究中心 2016 年 3 月;
- [5] 《奴尔水利枢纽工程沥青混凝土心墙应用天然砾石破碎骨料补充试验研究报告》 2017 年 3 月;
- [6] 《新疆奴尔水利枢纽工程沥青心墙混凝土室内生产配合比现场验证试验报告》中国水电十五局新疆奴尔水利枢纽工程工地试验室 2016 年 6 月;
- [7] 《新疆奴尔水利枢纽工程碾压式沥青混凝土及过渡料碾压试验报告》中国水电十五局新疆奴尔水利枢纽工程工地试验室 2016 年 9 月;
- [8] 《新疆策略县奴尔水利枢纽工程安全监测施工管理工作报告》(下闸蓄水阶段) 新疆水利水电科学研究院 2018 年 7 月。



ABOUT US

Viser Technology Ptd Ltd was founded in Singapore in October 2018 with a global focus on research and development (R&D) of plagiarism detection technology. Despite being a young company, Viser has a group of development experts that utilise state-of-the-art technologies, such as big data analysis and fragmentation, that ensure higher accuracy in results. Parallel to the continuous development of the plagiarism detection technology, Viser also runs a scholarly database of publications which indexes a substantial amount of articles and journals that covering a wide range of research subjects. Viser is committed to reducing the hassles of scholarly publishing and giving the scholars a peace of mind. To achieve this goal, Viser also offers the scholars various academic journals that are integrated with our plagiarism detection feature to ease their process of publishing their latest findings. Viser aims to provide scholars an all-in-one platform that offers solutions to every publishing process that a scholar need to go through to show their latest finding to the world.

