

## 国际里程碑堆石坝工程 冰岛 Karahnjukar 大坝



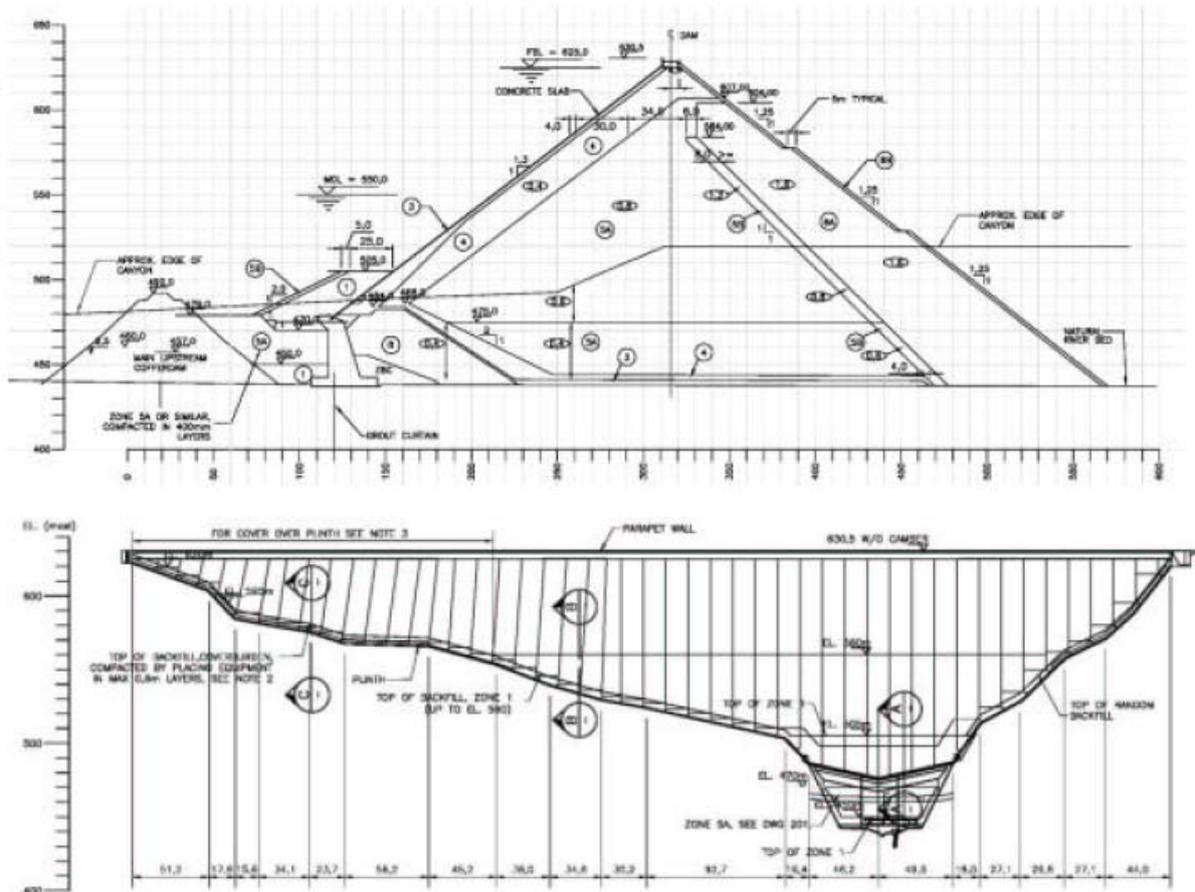
坝型	混凝土面板堆石坝(CFRD)
坝高	198 m
坝顶长度	696 m
坝顶宽度	10 m
大坝总填筑量	8,500,000 m <sup>3</sup>
覆盖层的厚度	厚达 15 m
集水面积	1,806 km <sup>2</sup>
水库面积	57 km <sup>2</sup>
水库总库容	2,356,000,000 m <sup>3</sup>
有效库容	2,085,000,000 m <sup>3</sup>
开工时间	2003
竣工时间	2008
装机容量	690 MW

Karahnjukar 工程位于冰岛东部，将两条河用坝截断，一条是 Jökulsá í Fljótssdal 河 (Lagarfljót 湖的源头)，另一条是 Jökulsá á Dal aka Jökulsá á Brú 河。该工程为一个新的炼铝厂供电，该炼铝厂邻近 Reyðarfjörður 镇，由 Alcoa 修建并归其所有。本工程是冰岛最大的建设项目。

主坝是一座高 198m 的混凝土面板堆石坝，在欧洲它是同类型坝中最高的一座，也是世界上最高的混凝土面板堆石坝之一。引水工程大部分由隧洞组成，电站为地下式。隧洞总长度将近 75km，其中约 55km 是由 TBM 开挖（隧道掘进机），隧道直径为 6.5 ~ 7.6 m。这个巨大的地下工程所处的主要岩石环境是倾斜的玄武质火山岩层。工程总预算（包括输电线）约为 11 亿欧元。

Karahnjukar 工程装机容量为 690 MW，包括 6 个发电机组。最大流量为 144 m<sup>3</sup>/s，年发电量约 4600 GWh。因为这个工程，冰岛发电系统的增加发电量超过 50%。

施工道路和前期准备工作的施工于 2002 年的下半年开始进行，2003 年的春季，当一份 40 年的发电合同签署之后该工程正式开工建设。计划于 2007 年春季开始发电，2007 年底全部机组投入运行，所有工程于 2008 年完工。



Karahnjukar 大坝剖面图

## 大坝

大坝修建在 Hafrahvammur 峡谷的上游端，该峡谷在坝址区有高达 90m 的垂直边坡。主坝是一个高 198m 的混凝土面板堆石坝，坝体上下游坡度都是 1:1.3。大坝的填筑量约为 900 万  $m^3$ 。

一个 48m 高的混凝土趾墙（体积大概 50000  $m^3$ ）修建在大坝的上游坝趾处，横穿整个峡谷，在峡谷两岸与作为混凝土面板基础的混凝土趾板相连接。坝趾趾墙横跨沿峡谷底部延伸的一条地质断层。该结构包括三个独立混凝土浇筑块，布置型式使块间接缝能够适应沿断层产生的位移，接缝内设置耐腐蚀柔性橡胶止水及其它处理措施。趾墙的下游侧由一个体积为 20000  $m^3$  碾压混凝土结构所支撑。

堆石料来自库区内的一个采石场，通过人工爆破生产。一部分岩石经过破碎和筛分后用于大坝上游区的填筑。压实层的厚度从 0.2~1.6m 不等。直接从采石场上坝的石料由 65 吨履带式卡车运输；而经过加工后才上坝的石料由传送带输送。

在 Karahnjukar 大坝的建设过程中，河水经由两条在峡谷西岸峭壁上开凿的导流隧洞下泄。作为一种安全措施，其中的一条导流隧洞将在以后作为泄流底孔。泄流底孔的钢闸门按 170m 水头设计。

在 Karahnjukar 大坝的两侧，需修建有两座副坝以主坝一起形成水库。它们都是传统的心墙土石坝，心墙由冰碛物填筑，坝高分别为 60m 和 25m，总填筑量超过 54,000,000  $m^3$ 。



主坝趾墙的施工

## 溢洪道

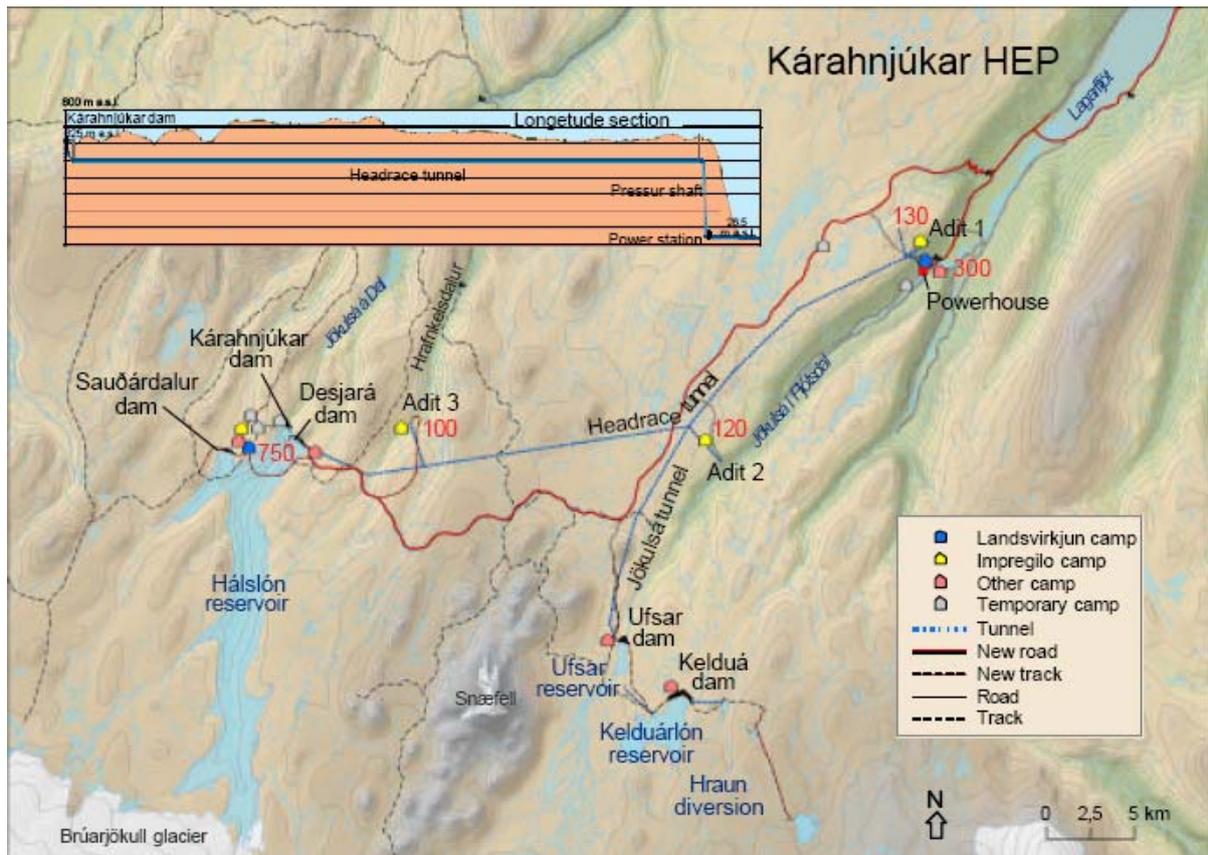
Karahnjukar 大坝和两座副坝共同形成了面积  $57 \text{ km}^2$  的 Háslón 水库。满库水位高程为 625m，水面延伸到了 Brúarjökull 冰川的边缘。预计在绝大多数年份的夏末时节水库都将蓄满，并会迎来大概一个月的泄洪期。多余库水将通过溢洪道下泄。

高水头是 Karahnjukar 大坝溢洪道布置的一个技术挑战。水流从大坝西侧设置的一个集水池通过混凝土溢流槽下泄至下游峡谷边缘，最后形成一条 90~100m 高的瀑布流跌入下游河谷。因此，应当认真研究峡谷的抗侵蚀措施。

## 引水隧洞

Háslón 水库中的水经由一条直径 7.2~7.6m、向东北延伸 40km 的隧洞，穿越高原，到达地下发电厂房的所在地 Fljótsdalur 山谷。该隧洞在大概半程处与另一条直径 6.5m、长 13km、从东部河流引水的隧洞相连。两股水流在此汇入一条东北向的引水隧洞直达电站进水口（位于 Valbjófsstaðafjall 悬崖）。这些隧洞均处于高原地面之下 100~200m。

两条竖直的钢衬砌压力管将水流从进水口引向地下厂房。每条管道高 420m，工程总水头为 599m。厂房中安装了六台发电机组，每台机组功率为 115MW。水流通过尾水隧洞和尾水渠泄入下游河道。Karahnjukar 工程中所有隧洞的总长度为 73km。



Karahnjúkar 工程的平面布置图

## 电站

发电厂房和变电站的地下洞室都处于约 1000m 深的峡谷山体内，通过三条隧洞与峡谷相连：一条是直径 9m、长 1400m 的尾水隧洞；一条是直径 7.5m、长 1000m 的进厂隧洞；另一条是直径 4m、长 1000m 的电缆隧洞。三条隧洞均采用钻爆法开挖。厂房洞室约 120m 长、15m 宽、35m 高。开关站修建在峡谷内，位于电缆洞的出口处，从这里开始两条 50km 长的 220KV 高压电线将电站与受电方——峡谷东岸的 Alcoa 炼铝厂相连。

## 工程参与单位

业主及运营商：

Landsvirkjun, the National Power Company in Iceland

设计单位：

Palmi Johannesson for Montgomery Watson Harza as part of Kárahnjúkar Engineering Joint Venture

施工单位：

Impregilo, Italy