

大型高海拔宇宙线观测站 通用水电系统

中国科学院高能物理研究所

王博东

云南大学合作组会

2017年1月

报告内容

1

通用水电系统介绍

2

LHAASO项目工艺水电需求

3

水净化、水循环系统方案

4

供配电系统方案

5

下一步工作计划

报告内容



通用水电系统介绍



LHAASO项目工艺水电需求



水净化、水循环系统方案

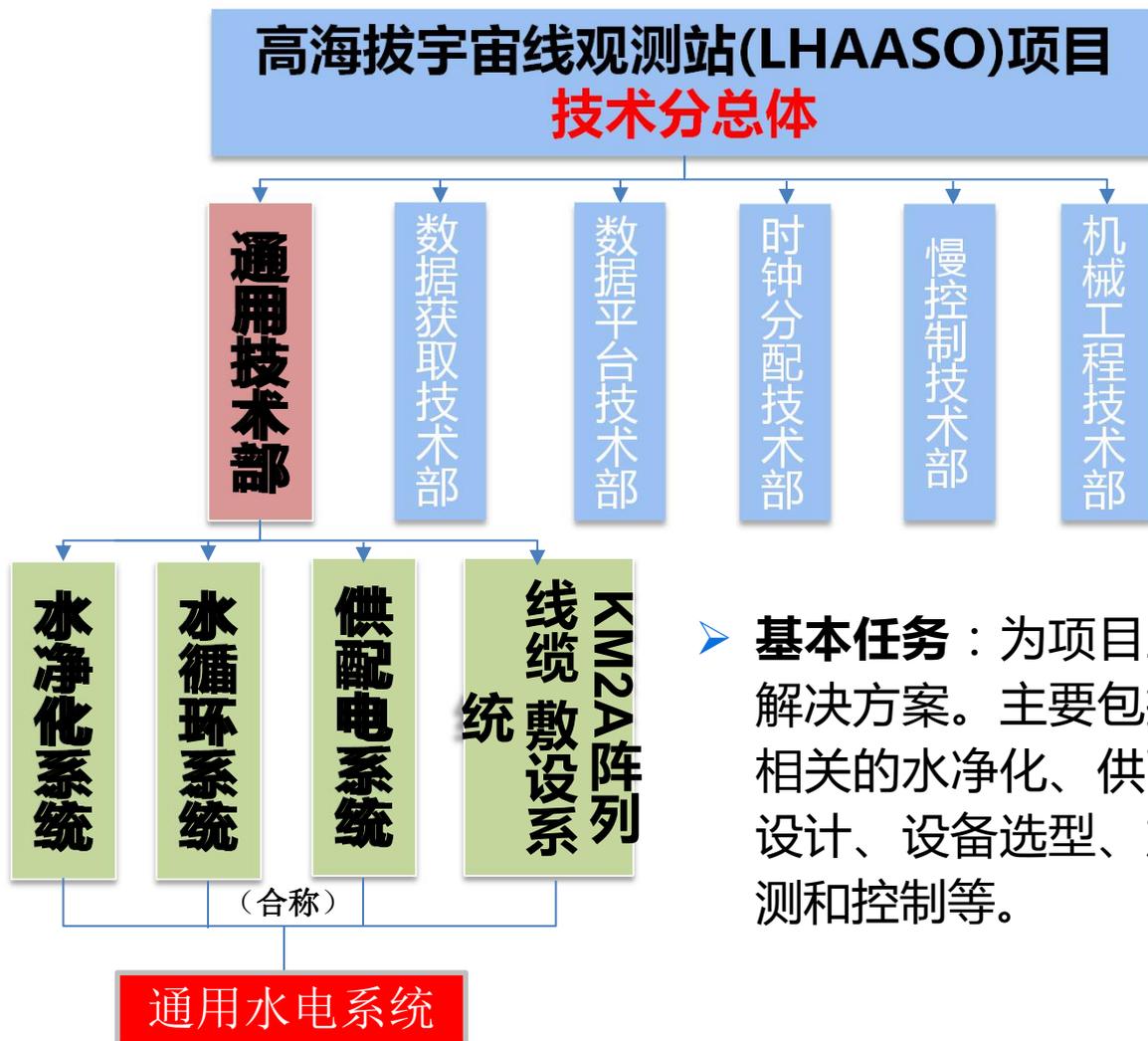


供配电系统方案



下一步工作计划

1.1 通用技术部介绍



- **基本任务**：为项目工艺设备提供水电解决方案。主要包括与工艺设备直接相关的水净化、供配电等相应的技术设计、设备选型、施工安装、运行监测和控制等。

1.2 通用水电系统介绍

净化水是宇宙线发生切伦科夫辐射产生可被探测器接收的光子的**重要介质**。



- ◆ 为工艺设备提供满足水质需求的配套实验净水。
- ◆ 保持水质的**均匀性**，以保障光子信号被**均匀接收**。



水净化系统



水循环系统

供配电系统作为动力供应设施，是LHAASO运行的重要**基础保障**。



- ◆ 为项目提供不间断、稳定、高质量的电能供应。
- ◆ 为KM2A阵列物理观测设备提供电缆、光缆敷设解决方案。



供配电系统



KM2A阵列线
缆敷设系统

报告内容

- 1 通用水电系统介绍
- 2 LHAASO项目工艺水电需求**
- 3 水净化、水循环系统方案
- 4 供配电系统方案
- 5 下一步工作计划

2.1 LHAASO项目工艺水电需求-水净化系统

净水系统设计要求：

➤ 净水出水水质：

吸光长度（紫外400 nm）> 30 m；

➤ 水池内水质：

吸光长度（紫外400 nm）> 15 m；

水池内水质均匀度大于80%；

➤ 产水流量：

30日完成单个水契仑科夫探测器水池（约10万吨）注入；

30日完成单个水契仑科夫探测器水池（约10万吨）循环；

每日单个水池净水补水量约为125吨。

2.2 LHAASO项目工艺水电需求-水净化系统

超纯水系统设计要求

- **超纯水出水水质：**

电阻率 $18\text{M}\Omega\cdot\text{CM}$ (25°C) , 95%时间不低于 $17\text{M}\Omega\cdot\text{CM}$;

DO含量小于 10ppb ;

其余指标EW-I级水质标准 ;

- **水量要求：**

纯水站需要400个工作日给1171个 μ 子探测器 (MD) 注入超纯水5.1万吨。

2.3 LHAASO项目工艺水电需求-供配电系统

供配电系统设计要求

➤ **电源质量：**

电压偏差小于 $\pm 10\%$ ；

电压波动小于 $\pm 3\%$ ；

➤ **供电电源要求稳定可靠，需要柴油发电机、UPS等备用电源；**

➤ **需要对不同的用电设备的负荷级别合理分类，防止干扰；**

➤ **负荷计算需要充分考虑余量（高原）。**

报告内容

- 1 通用水电系统介绍
- 2 LHAASO项目工艺水电需求
- 3 水净化、水循环系统方案**
- 4 供配电系统方案
- 5 下一步工作计划

3.1 水净化、水循环系统方案-水净化系统

净水注补水系统方案

➤ **净水工艺流程：**

预处理（多介质过滤器）→5 μm →185紫外线→1 μm →254紫外线
→0.2 μm ；

➤ **净水产水量：**

注水部分设计注水流量为160 t/hr ；

运行补水部分设计流量为26 t/hr ；

➤ **出水水质：**

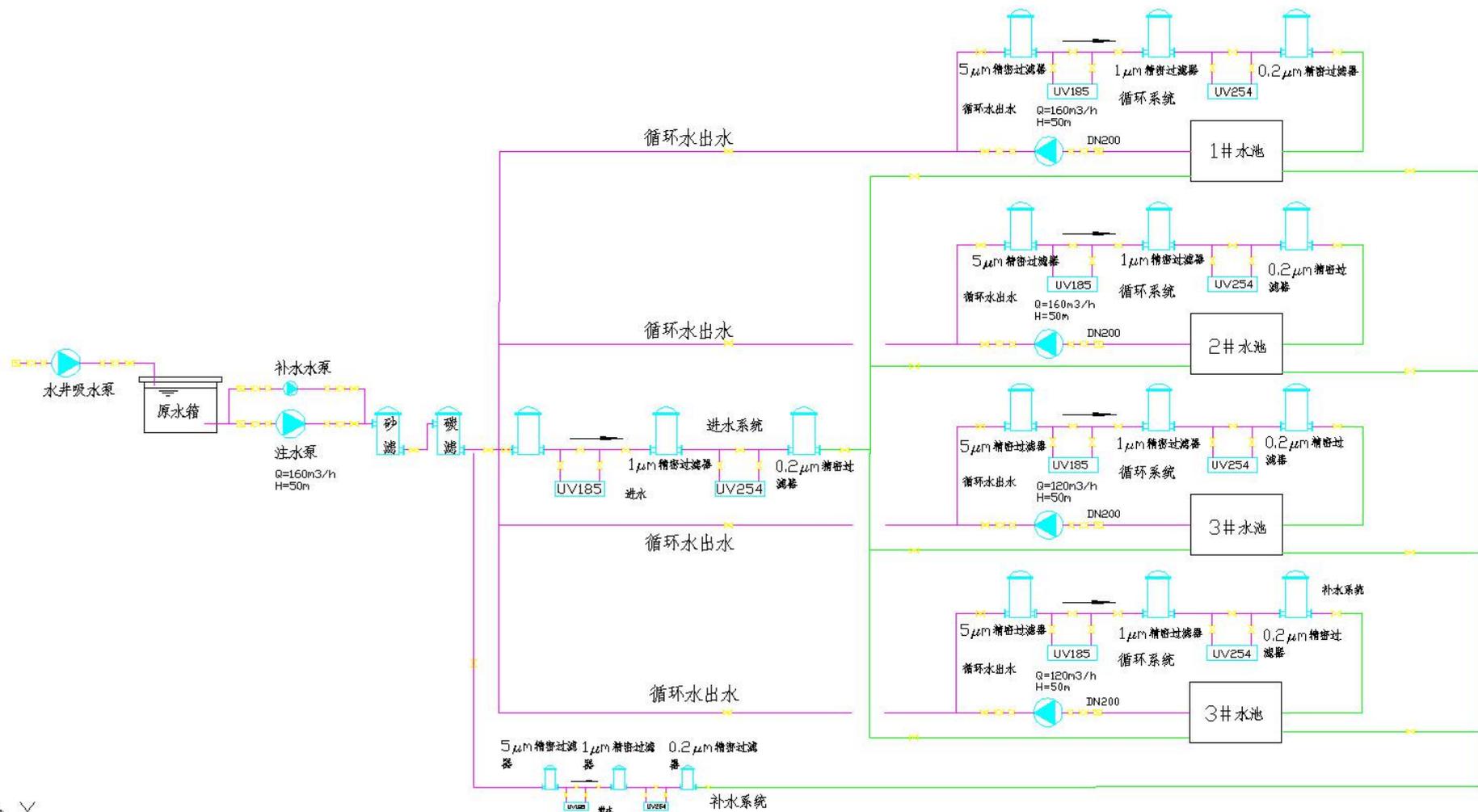
总有机碳TOC：<0.4 mg/l ；

微粒数（>0.1 mm）：<200/ml ；

色度：<5度；浊度：<0.5 NTU ；

悬浮物：<4 mg/l。

3.1 水净化、水循环系统方案-水净化系统



净水注补水系统工艺流程图

3.2 水净化、水循环系统方案-水净化系统

超纯水系统方案

➤ 工艺流程：

预处理→双级反渗透→除TOC → EDI →膜脱气→uv254nm→精处理循环系统→供水；

➤ 产水量：

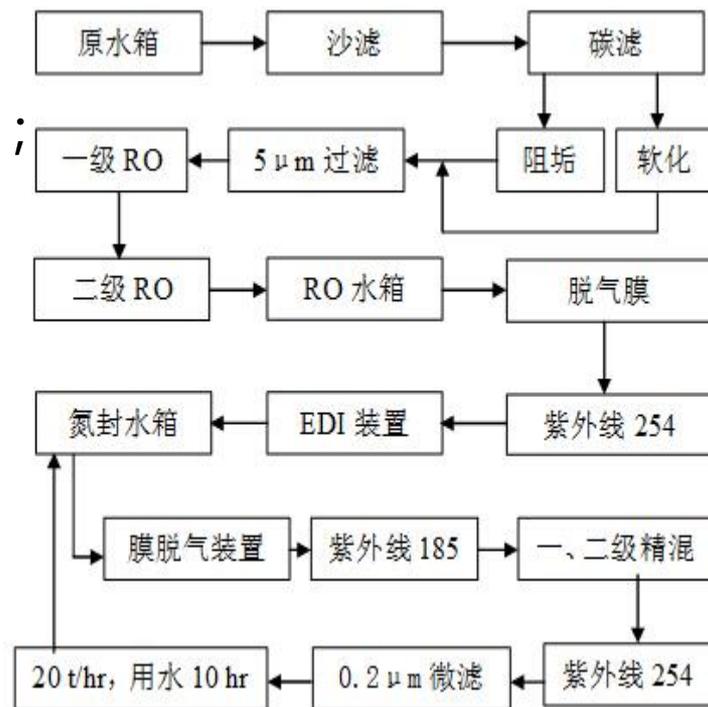
设计超纯水制备系统流量为20 t/hr ，每天工作8小时；

➤ 出水水质：

出水电阻率18MΩ.CM (25℃) ，95%时间不低于17 MΩ. CM ；

DO<10ppb ；

其余指标符合国标GB/T11446.1-1997 规定的EW-I级水质标准。



超纯水系统工艺流程

3.3 水净化、水循环系统方案-水循环系统

净水循环系统方案

➤ 工艺流程：

5 μ m \rightarrow 185紫外线 \rightarrow 1 μ m \rightarrow 254紫外
线 \rightarrow 0.2 μ m；

➤ 循环流量：

1#、2#设计循环流量为160 t/hr；

3#、4#设计循环流量为120 t/hr；

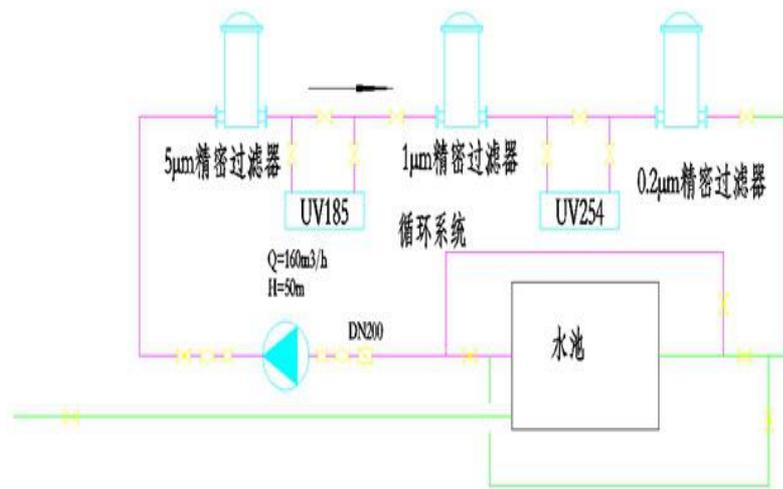
➤ 出水水质（入口水质满足浊度小于 5NTU）：

总有机碳TOC： <0.4 mg/l；

微粒数（ >0.1 mm）： <200 /ml；

色度： <5 度；浊度： <0.5 NTU；

悬浮物： <4 mg/l。

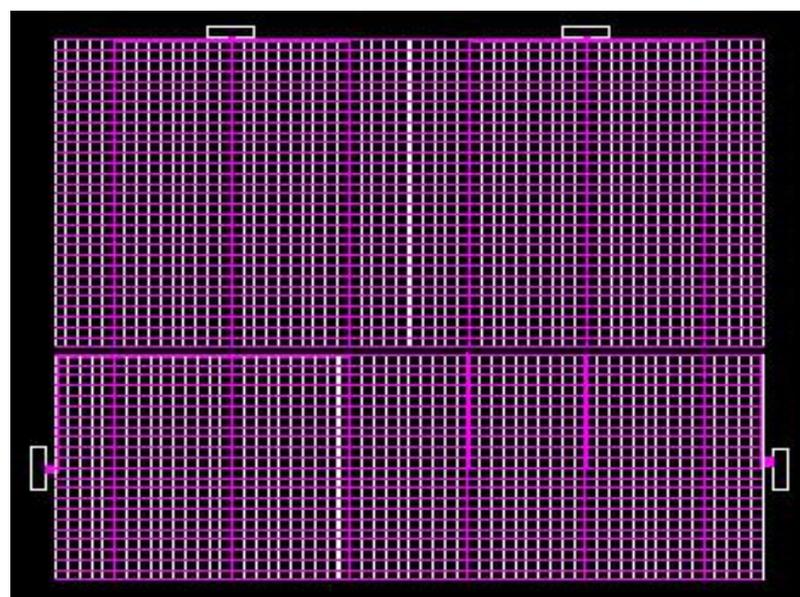
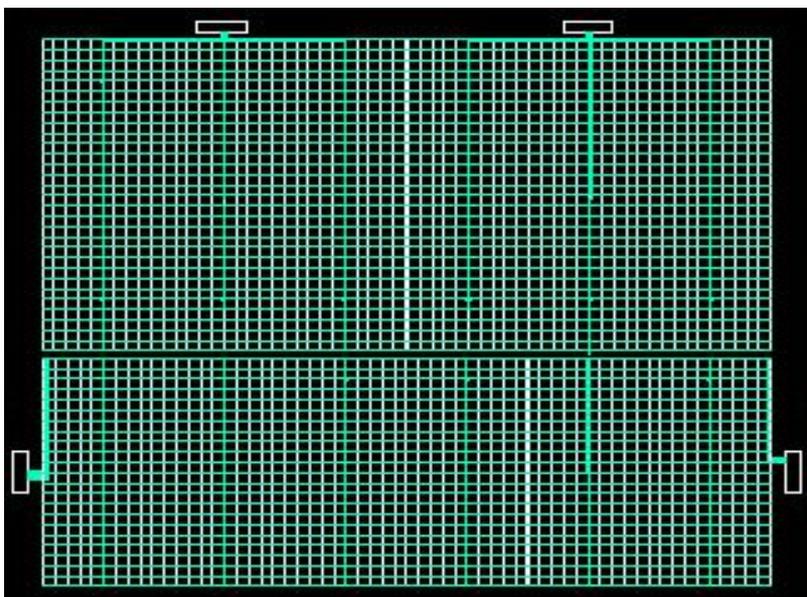


净水循环系统工艺流程图

3.3 水净化、水循环系统方案-水循环系统

水循环管网方案：

- 将每个池子分为6或12个部分（其中小水池6部分，大水池12部分），每部分以丰字形均匀布水，供水在下部，回水在上部，使得布水均匀性到达80%。每个池子设置水泵两台，互为备用。
- 为水循环管网配置二氧化氯发生器，可在循环期间通过循环管道向池中不定期的投加二氧化氯，以进一步降低池水中的细菌数量。



WCDA水池循环管网供回水示意图

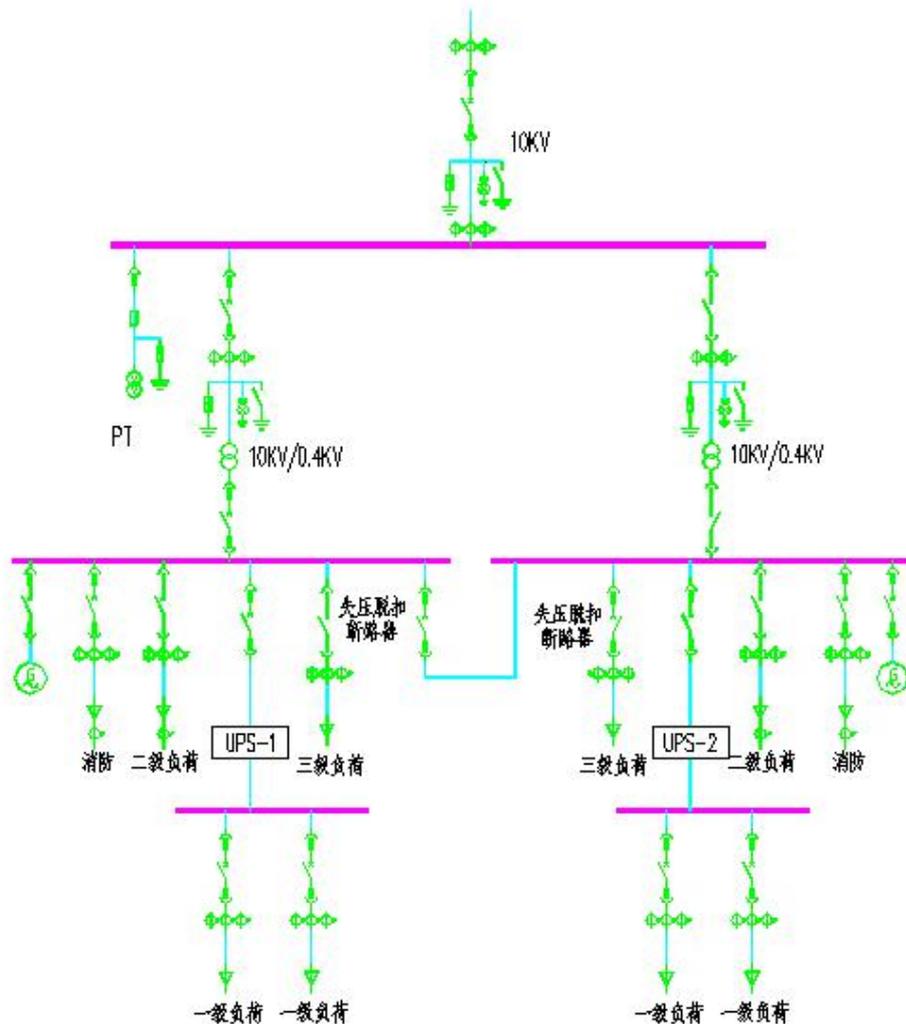
报告内容

- 1 通用水电系统介绍
- 2 LHAASO项目工艺水电需求
- 3 水净化、水循环系统方案
- 4 供配电系统方案**
- 5 下一步工作计划

4.1 供配电系统

设计方案：

- 用电负荷统计：1842KW
 - 一级负荷607KW
 - 二级负荷874KW
- 站内**用电负荷中心**，设置一座10/0.4kV变配电站。
 - 设置两台10/0.4kV-2000kVA变压器，分列运行，变压器低压侧母线采用单母线分段，
 - 在0.4kV侧设置补偿电容柜，使功率因数不低于0.9
- 配置**UPS电源**及箱式**柴油发电机**，保证一级负荷不间断供电，二级及以上负荷持续供电。
- 配电系统采用**树干式**与**放射式**相结合的供电方式。

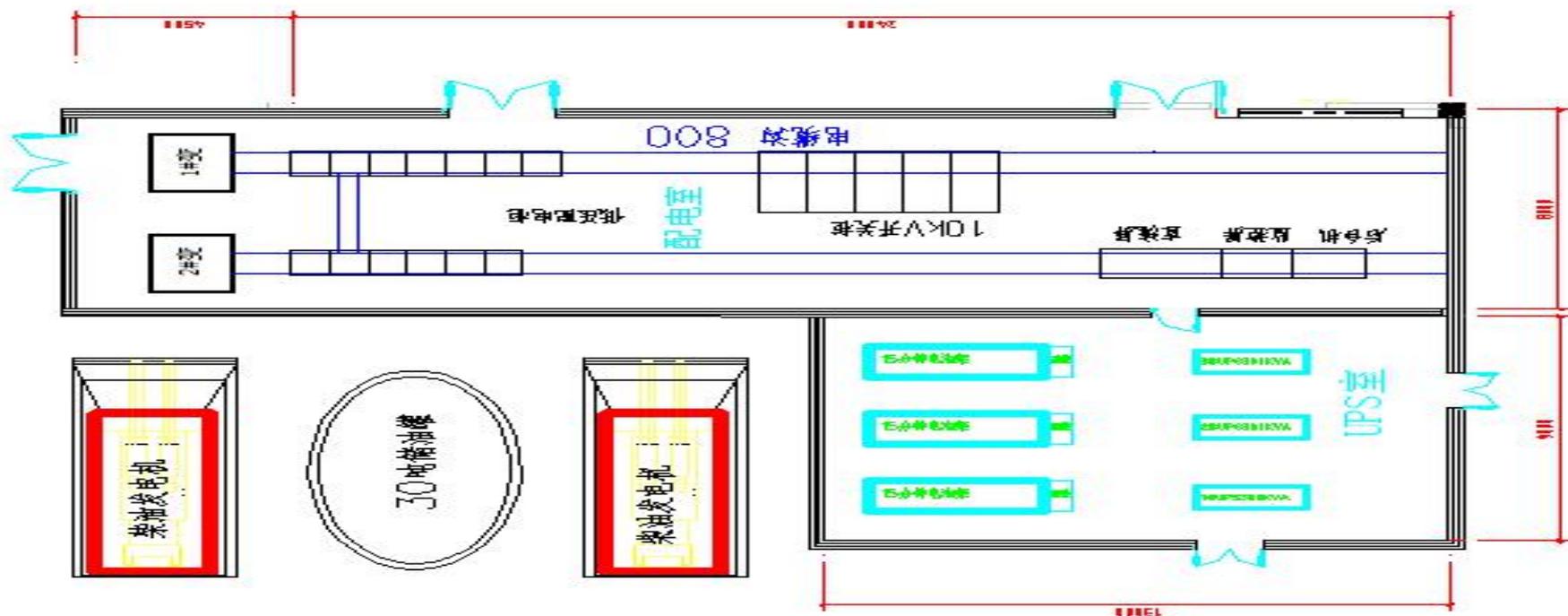


供电系统一次接线图

4.1 供配电系统

变配电室设备布局设计：

- 总使用面积：345m²，房高均为5m，其中配电室面积28.5m*8m，UPS室面积9m*13m；
- 配电室内预留两条长26m、宽0.8m、深1m的电缆沟。

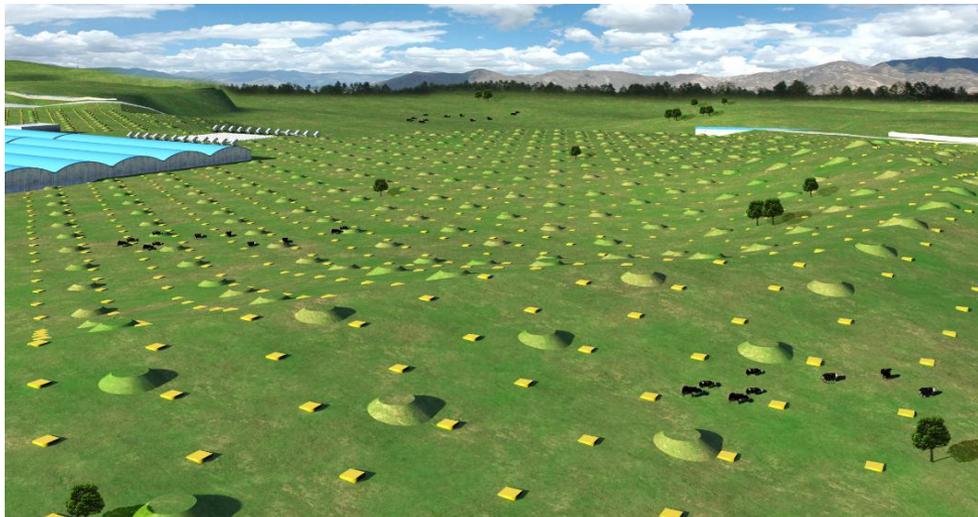


变配电室平面布局图

4.2 KM2A阵列线缆敷设系统

设计难点：

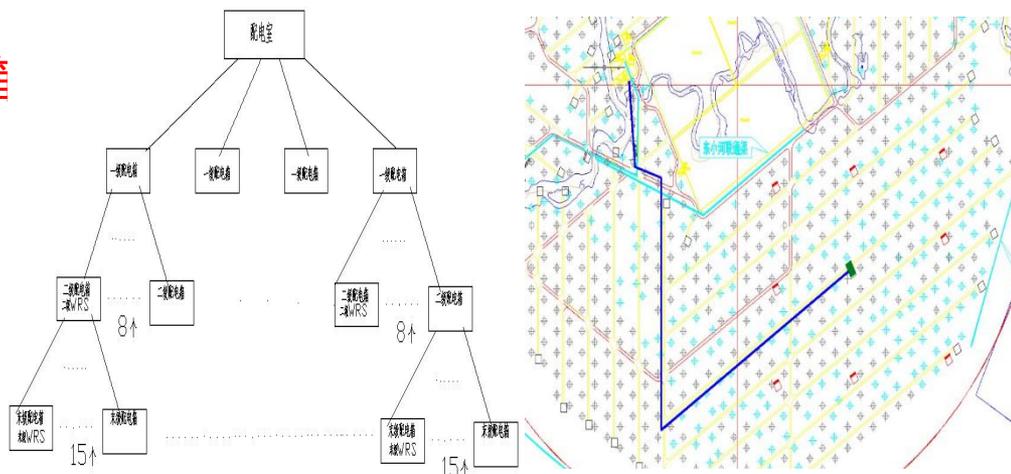
- **设备数量多**（6866个），**分布面积广**（2040亩）。
- **地形复杂**（草地、沼泽、砾石区），**冻土层较深**（1.65m）。
- **敷设里程长**：电缆（约174KM）、光缆（约270KM）合计约**444KM**。



MD、ED效果区图

设计方案：

- 设计501个配电箱，采用**三层配电箱供电结构**。
- 一级配电箱增设**调压器**，降低敷设距离过长造成的压降。
- 选用**防冻铠装电缆**，主干线缆采用**电缆沟敷设**，末级**穿管明敷**。

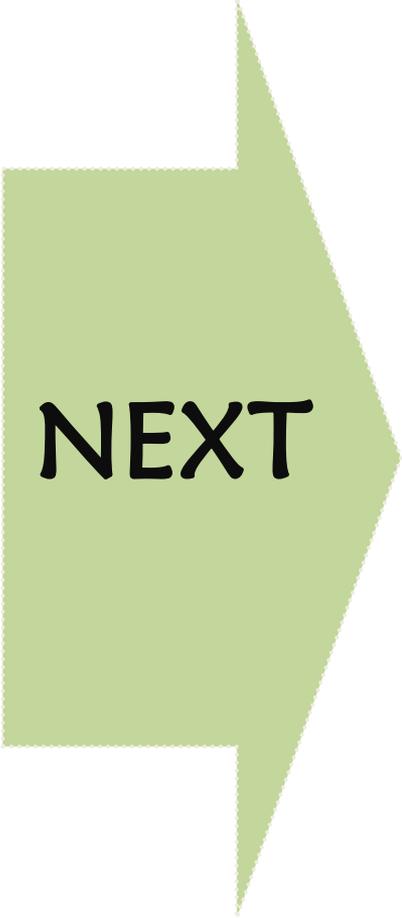


KM-2A电源配电箱分级图

报告内容

- 1 通用水电系统介绍
- 2 LHAASO项目工艺水电需求
- 3 水净化、水循环系统方案
- 4 供配电系统方案
- 5 下一步工作计划**

5. 下一步工作计划



NEXT

完成LHAASO项目通用系统初设报告、开工报告等工作。

开展项目通用系统相关的招标前期准备工作，包括标书编写、厂家的调研验厂等。

全面开展项目通用系统的建设实施工作。

The image features a decorative background with a circular, textured pattern in shades of gray and white, resembling a stylized eye or a traditional motif. The top of the image has a blue and orange header bar. The main text is centered and reads "谢谢" (Thank you) in a large, bold, black font.

谢谢