

# 太古长输水网集中供热项目现场交流研讨会



陈 泓

中国市政工程华北设计研究总院有限公司第一设计研究院副院长，教授级高级工程师，长期从事城镇集中供热项目的规划、技术咨询及设计、管理、组织等工作。对城镇供热运行优化、多热源并网调节及超长距离大高差供热管线设计咨询有着丰富的经验。

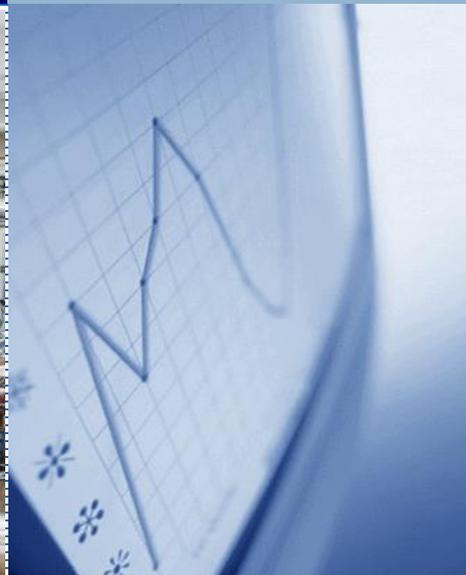
## 大高差大温差长输供热管线设计要点

主办单位：中国电力科技网 协办单位：山西兴能发电有限责任公司 中能建山西省电力勘测设计院有限公司  
2017年3月30-31日 中国·太原 太原市热力公司 山西工业设备安装集团公司 国电科学技术研究院

# 大高差大温差长输供热管线 工程设计难点、要点简介



**中国市政工程华北设计研究总院有限公司**  
North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd.



# 中国市政工程华北设计研究总院有限公司简介

中国市政工程华北设计研究总院有限公司（NCME），原直属国家建设部，现隶属于国务院国有资产监督管理委员会管理的中国建筑设计研究院。2008年，在同行业中率先取得了国家“工程设计综合资质甲级”证书，是一所“可承接各行业、各等级的建设工程设计业务、可从事资质证书许可范围内相应建设工程总承包业务以及项目管理和相应的技术与管理服务，科技研发”为一体的大型综合性国家级设计研究机构。

## 我院已完成和正在进行的长输供热管线工程：

1. 古交兴能电厂至太原市供热主管道及中继能源站工程  
4\*DN1400 38km 已投运
2. 太原南部热电联产清洁能源集中供热工程 2\*DN1400 36km 已投运
3. 石家庄西柏坡电厂长输供热工程 4\*DN1400 27km 准备投运
4. 济南引余废热入济工程 4\*DN1400 64km 初设阶段
5. 银川宁东余废热入银长输供热工程 2\*DN1400 38km 可研阶段
6. 呼和浩特托克托电厂长输供热管网工程 4\*DN1400 91km

- ◆ 太古供热工程概况
- ◆ 太古供热工程设计难点
- ◆ 太古供热工程设计要点
- ◆ 大高差大温差长输供热管线工程设计建议



# 工程概况



《古交兴能电厂至太原市供热主管道及中继能源站工程》是古交兴能电厂向太原市集中供热的主干线工程，建设4根DN1400供热管道（2套供热系统），总供热面积7600万平方米，输送高差180m，输送距离37.8km，其中供热隧道15.17km。工作压力2.5MPa，设计温度130/30℃。

该工程为目前国内规模最大，输送距离最长、无隔压站输送高差最大的热电厂余热回收利用大温差供热输送干线。



中国市政工程华北设计研究总院有限公司

North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd.

## 古交至太原长输管线具有以下特点：

- ( 1 ) 供热距离长，达到37.8km**
- ( 2 ) 供热热源与热用户存在高差，热源高出中继能源站180m**
- ( 3 ) 在供热隧道内存在驼峰地形，高差约50m**
- ( 4 ) 供热管道通过特长隧道，长度约11.3km**

## 工程主要内容：

**4\*DN1400 供热管道37.8km；2座回水加压泵站，1座供回水加压泵站，1座事故补水泵站，1座中继能源站（隔压站）**

## ◆ 存在很多规范未覆盖内容，无工程先例

- 1 ) 现行预制直埋保温管规范最大管径DN1200。
- 2 ) 《城镇供热管网设计规范》中关于管道系统设计压力的规定没有覆盖大高差多级泵输送系统。
- 3 ) 镀锌钢板外护预制保温管、绝热支座无现行规范参考。



### ◆ 水力工况复杂

- 1) 地形高差180m，输送距离38km，前所未有
- 2) 静态水压图：必须考虑水循环阻力削减运行压力效果，否则系统最低点启泵前压力2.0Mpa，泵扬程80m，启泵后泵出口超过2.5Mpa。
- 3) 动态水力计算：目前国内外水锤分析多来自给排水行业，热力行业暂无应用先例，因此我们采用国外知名动态水力计算软件，并结合模拟试验验证的方式，对突然停电停泵，关阀门，管道事故各种工况进行水锤分析，消除严重水击。



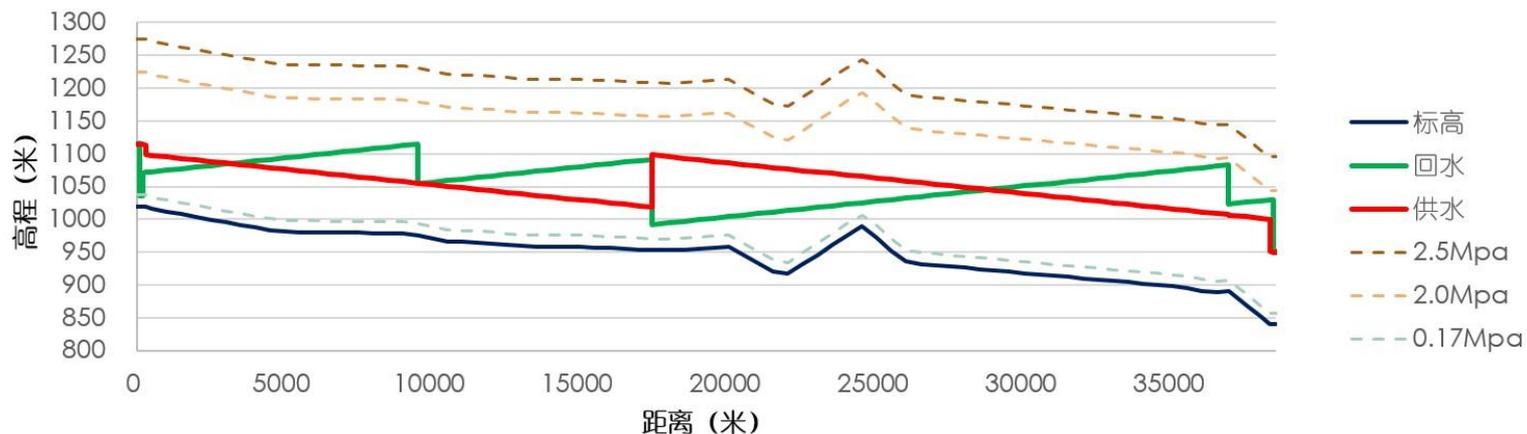
## 设计难点二

### 太古供热工程路由地形高差

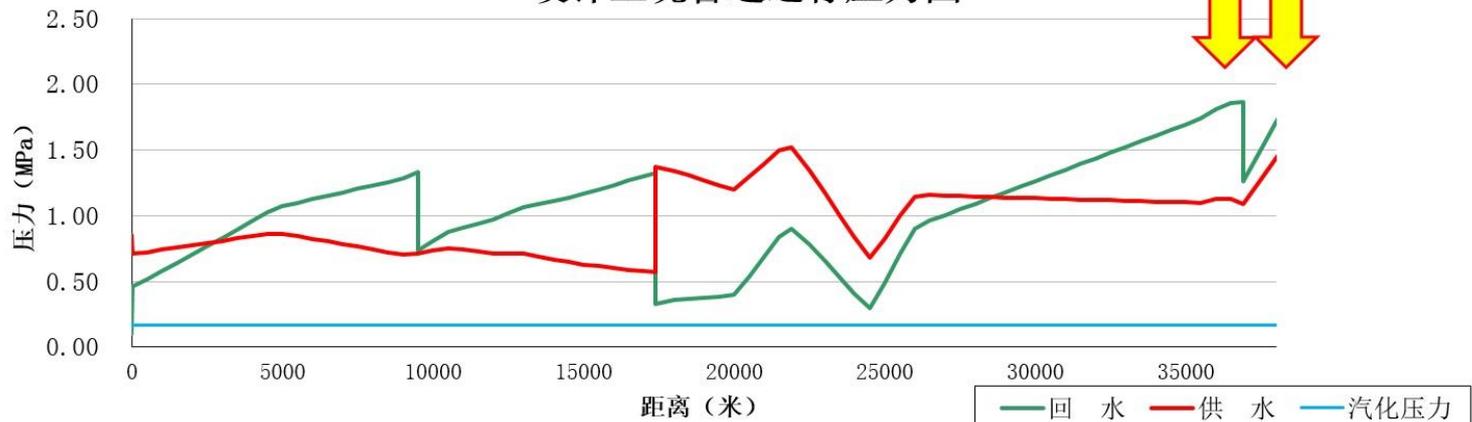


# 设计难点二

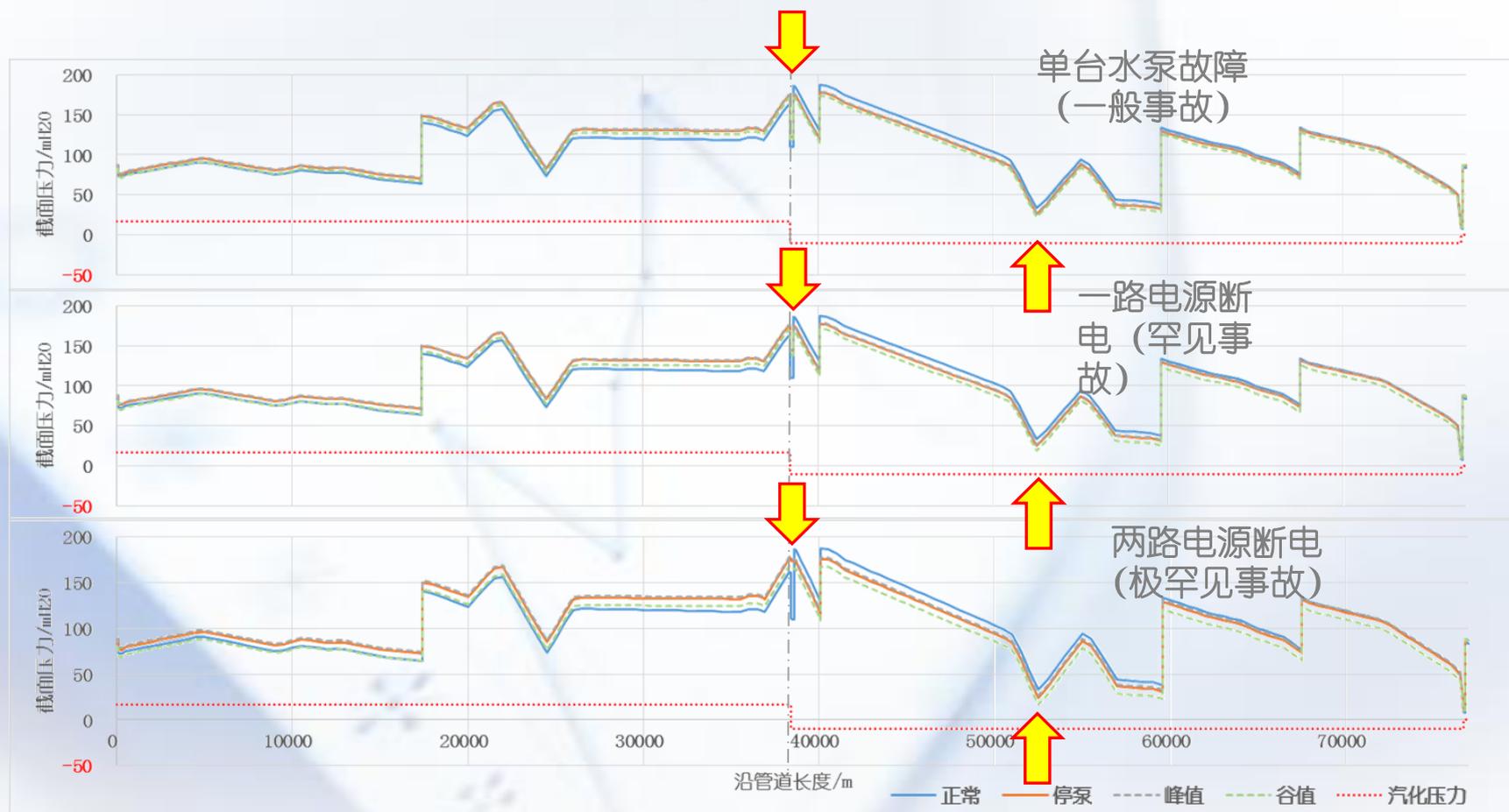
## 设计工况管道水压图



## 设计工况管道运行压力图



## 典型事故动态水力分析



## ◆ 现场实施条件复杂

囊括了目前热力供热管线几乎所有敷设方式：

直埋、野外高架空、隧道内架空敷设、管沟敷设、穿河道，铁路，高速公路



# 管线路由选择



方案一：沿104公路敷设 方案二：沿汾河及太古岚铁路敷设 方案三：平行于太古高速公路隧道新建供热隧道敷设。可研阶段进行了经济技术比较，最终选择方案三，沿太古高速新建供热隧道敷设。

早在08年以前，古交兴能电厂向太原供热便提出过方案，但由于当时的技术条件而未能实现。

# 太古长输管道工程路由



管道路由主要分为以下几个部分

- (1) 电厂出口-屯兰河三岔口段长度**4.9km** ---屯兰河道内直埋敷设
- (2) 屯兰河三岔口-2#中继泵站**12km**---穿越古交市，滨河路及边山公路下直埋敷设
- (3) 2#中继泵站-供热隧道古交侧入口 **2.7km** ----高架空敷设
- (4) 供热隧道古交侧入口-供热隧道太原侧出口 **15.4km**----特长供热隧道内敷设
- (5) 供热隧道太原侧出口至中继能源站 **1.6km**----直埋敷设

### ◆ 不同于常规供热工程，对各个专业要求都很高

太古供热工程是以热力专业为主的综合性设计：

**热力专业：**超前工程，很多内容无工程经验及规范可循

**土建专业：**高架空钢桁架桥、隧道内大推力固定支架及与隧道本体连接等

**电气专业：**采用复杂35kv/10kv交叉配电系统

**自控专业：**全线38km自控系统、六级泵联动、事故连锁



## ◆ 主要设备选型

**水泵：每套系统设6级加压泵组，每级泵组设4台水泵，4用不备。**

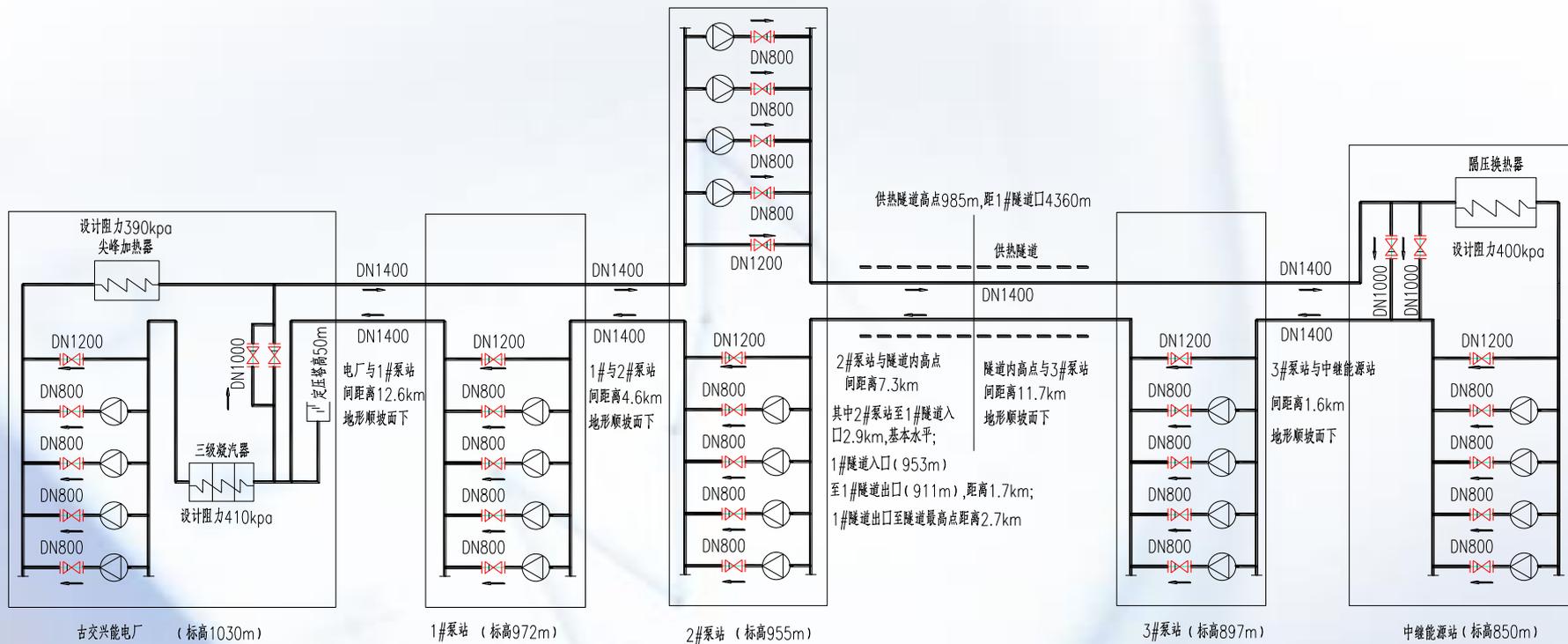
**1) 每套系统共24台泵，单台泵停运对系统流量影响很小，可不设备用泵，降低工程投资。**

**2) 所有泵组统一进行升降频控制**

**3) 采用双路电源，交叉供电，单路电源停电仅影响2台水泵。**



# 设计要点一



古交至太原长输管道系统流程图



## 循环水泵配置表

站名	地面标高 (米)	与热源距 离(km)	循环泵参数						备注
			流量 (t/h)	扬程 (m)	功率 kW	转速 (转/分钟)	转动惯量 kg.m <sup>2</sup>	台数	
古交兴能电厂	1030	0	4300	110	1800	990	178	4	电厂循环泵
1#中继泵站 (古交市区泵站)	972	12.6	4300	70	1250	990	306	4	回水加压泵
2#中继泵站 (古交侧隧道口)	955	17.2	4300	90	1400	990	178	4	供水加压泵
			4300	100	1800	990	204	4	回水加压泵
3#中继泵站 (太原侧隧道口)	897	36.2	4300	70	1250	990	306	4	回水加压泵
中继能源站	850	37.8	4300	90	1400	990	178	4	回水加压泵



## ◆ 主要设备选型

### 板式换热器

设计温度：高温侧 125-30℃ 低温侧 120-25℃

设计压力：2.8MPa

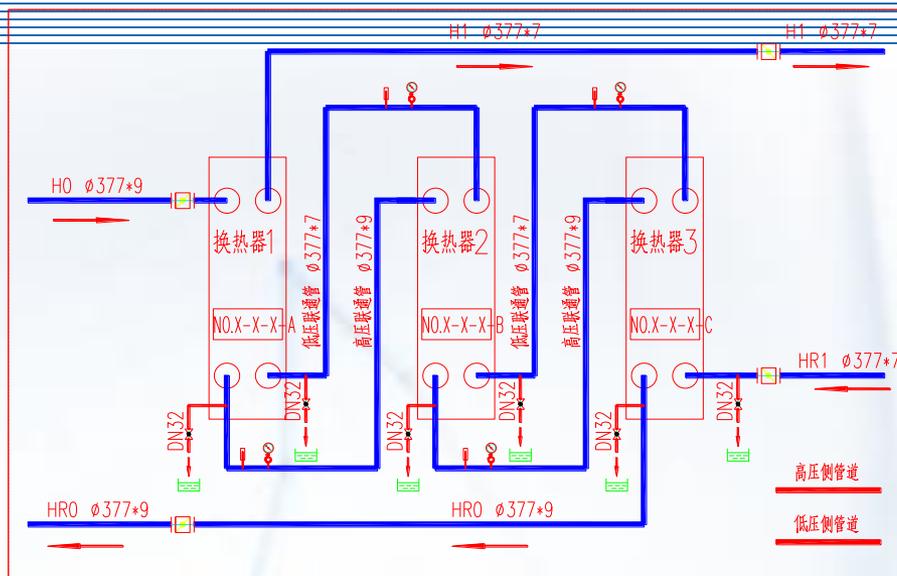
特点：换热端差小，为5℃；单侧温降温升梯度大，均为95℃，实际运行压力高压侧达到2.2Mpa。

板换形式：针对本工程特点，采用3级板换串联，然后并联形式，完成换热过程



# 设计要点一

## 板式换热器



### 换热器选型

总换热负荷 ( MW )	3314
换热器组数	30 ( 90台 )
每组换热器串联台数	3
单台换热面积 ( m <sup>2</sup> )	1800
设计温度 ( °C )	高温侧：125/25°C 低温侧：120/20°C (回水均比运行低5°C，作为选型余量)
设计压力 ( Mpa )	高压侧：2.8Mpa，低压侧1.6Mpa
密封形式	EPDM密封圈

### ◆ 长输管线输送热损失及温降控制

#### ◆ 长输管线热损失大会带来严重后果：

- 1) 经济性大幅降低
- 2) 进入市区后，驱动大温差热泵效果降低，不仅影响经济性，还会影响供热面

积

#### ◆ 应对措施：

- 1) 合理选择保温层厚度，对各个环节温降进行严格控制，阀门补偿器等均需保温，精确计算沿线管道热损失。
- 2) 架空管道采用镀锌钢板外护聚氨酯预制保温管，保温效果大幅提升
- 3) 管道支座采用绝热型支座



◆ **大高差长输供热工程不同于普通供热工程，应注意每一个工程细节，常规供热工程不需特别注意的地方也要特别注意。例如：**

- 1) 单套系统水容量达到12万方水，水温变化导致的水密度变化会影响系统压力，需考虑设置泄放水池。
- 2) 需仔细测算管线沿程阻力，而不能像普通供热工程，采用沿程阻力系数，否则可能多出一个泵站或少设置一个泵站
- 3) 沿线路由复杂，需考虑每一段管线的有组织泄水，否则，3km单管泄水达到4600方，很容易因此次生事故。等等.....



### ◆ 自控系统设计：

太古长输管线工程设置3座中继泵站，1座事故补水站，1座中继能源站，沿途管线长度37.8km，需设计可靠的控制系统：

- 1) 监测全程信号，将所有泵站包括电厂供热首站内的热网循环泵统一控制，同启同停，统一升降频控制。
- 2) 在事故状态下，自控系统报警并进行相应的连锁反应，例如，某一泵站失电，其他泵站应同时降低运行频率。



## ◆ 大高差长输供热工程要做安全性分析和经济性分析专题

- 1) 长输供热工程投资大，经济效益相对差，通常必须结合大温差输送和电厂余热回收才能取得较好的经济性。
- 2) 长输供热工程通常管径较大，供热面积大，再加上输送距离长，影响面广，安全性变得更加重要。



### ◆ 大高差长输供热工程必须做动态水力计算， 进行水锤分析，必要时应进行模拟试验

长输供热工程由于输送距离长，需考虑多级泵加压输送，常规静态水力计算肯定不能满足要求，必须进行动态水力计算分析，否则很容易出现超压及汽化现象，造成严重事故。



### ◆ 大高差长输供热工程对于上游供热首站和下游城市热网要求都很高，应引起足够重视

长输供热工程是一个复杂的系统工程，输送管线是其中的一部分，上游供热首站和下游城市分配管网都与普通供热系统不同，对联合控制，事故应急处理等要求都很高。例如，电厂供热首站内循环泵需和系统其他循环泵联动，市区管网要考虑多点补水，事故管线快速隔离等等。





**中国市政工程华北设计研究总院有限公司**  
North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd.

# 谢谢!

