

天津地铁 6 号线梅林路站至咸水沽西站调整工程
(渌水道站-咸水沽西站)信号系统总承包项目

用户需求书

(综合监控系统)

第二册 专用技术要求

第三分册 变电所综合自动化系
统及站级能耗监测系统

2020 年 07 月

1.概况	1
1.1 工程概况	1
1.2 招标范围、建设标准及工期	1
1.3 系统概述	1
2.环境条件	1
3.采用标准	2
4.系统技术参数	3
4.1 系统性能指标	3
4.2 产品指标	3
4.3 系统绝缘性能要求	4
4.4 电磁兼容性能	4
4.5 可靠性、可维护性、可扩展性、电磁辐射及兼容要求	5
4.6 系统信息安全要求	6
5.变电所综合自动化系统构成及主要硬件设备配置要求	8
5.1 系统概述	8
5.2 系统结构	9
5.3 站级管理层	10
5.4 网络通信层	12
5.5 间隔设备层	17
5.6 控制信号屏	19
5.7 变电所自动化维护设备	22
6.系统软件配置要求	24
6.1 基本要求	24
6.2 系统应用软件	24
6.3 数据库软件	25
6.4 维护软件	25
6.5 防病毒软件	26
7.系统功能	26
7.1 控制及操作功能	26
7.2 遥控	26

7.3 遥信数据采集与处理功能.....	29
7.4 遥测信息采集及处理功能.....	30
7.5 用户画面显示及操作功能.....	31
7.6 数据库管理及统计报表功能.....	33
7.7 SOE 事件记录.....	34
7.8 故障录波数据读取.....	34
7.9 运行数据的打印及画面拷贝功能.....	34
7.10 控制闭锁功能.....	35
7.11 口令功能.....	35
7.12 通信功能.....	35
7.13 其它功能.....	36
7.14 便携式维护计算机功能.....	37
8.主要控制、监视、测量范围.....	38
8.1 主要控制范围.....	38
8.2 主要监视范围.....	38
8.3 主要测量范围.....	39
8.4 三遥对象概数表.....	39
9.能耗监测系统.....	43
9.1 通信控制器.....	43
9.2 交换机.....	43
9.3 光电转换装置.....	44
9.4 通信.....	44
10.铭牌及标识.....	46
10.1 铭牌.....	46
10.2 标识.....	46
11.试验.....	46
11.1 基本要求.....	46
11.2 型式试验.....	47
11.3 出厂试验.....	47
11.4 现场试验.....	47

12.文件.....	48
12.1 概述.....	48
12.2 图纸.....	48
12.3 手册.....	49
12.4 其它文件.....	49
13.设计联络.....	50
14.其它说明.....	50
15.附图.....	51

1.概况

1.1 工程概况

天津地铁 6 号线工程（梅林路站～咸水沽西站）渌水道站～咸水沽西站段工程概况参见第一册《通用技术要求》“第二章 工程概况及现场条件”部分。

1.2 招标范围、建设标准及工期

1.2.1 招标范围

（1）6 号线工程（梅林路站～咸水沽西站渌水道站～咸水沽西站段 PSCADA 系统的设备采购和软件调试，工程范围包含 9 座地下站（含渌水道站）、8 个地下区间（含区间风井、区间所等）、1 个出入段线、1 座控制中心（华苑控制中心）、1 座车辆基地（海河教育园车辆基地）、1 座备用控制中心（位于海河教育园车辆基地内）以及网络管理系统、设备维修管理系统、仿真培训系统等。

1.2.2 建设标准及工期要求

建设标准及工期要求参见第一册《通用技术要求》“第二章 第四节 工程进度和相关要求”部分。

投标人应根据工程“建设标准及工期要求”相关要求，充分考虑不同阶段的开通标准，所有阶段所做的软件修改费用、调试等费用均包含在投标报价中。投标报价应充分考虑不做调整的风险。

1.3 系统概述

变电所综合自动化系统及站级能耗监测系统为供电系统变电所内的系统，本次设备招标纳入综合监控系统统一考虑，由综合监控系统中的电力监控系统及能耗监测系统实现对本工程主要供电设施的远程调度管理功能。

变电所综合自动化系统及站级能耗监测系统是将变电所的二次设备（包括控制、信号、测量、保护、自动装置、远动装置等）利用微机技术经过功能的重新组合和优化设计，对变电所进行自动监视、测量、保护、控制和与调度通信的一种综合性的自动化系统。

本文件内各车站的名称未必是本工程各车站最终名称，各车站最终名称可能在工程后期才能确定。投标人在系统设计及软件编制时，应充分考虑车站改名的可能性，留有适当的弹性供车站改名。有关更改费用被认为已包含在投标总价中。

2.环境条件

装设地点：户内；

环境温度：-20℃～+40℃；

相对湿度：日平均值不大于 95%；月平均值不大于 90%，有凝露情况发生；

海拔高度：≤1000m；

地震烈度：8 度，水平加速度 0.20g；

秋季和冬季气候干燥易产生静电。

设备进场安装到带电运行，至少会有 3 个月以上的存放期；变电所内存在灰尘、潮湿、凝露等恶劣因素。

投标人所供货的设备、元器件、材料必须满足以上的环境条件要求，具有高可靠的防潮、防腐、防锈、防尘等的性能，并在设备带电运行前，要有相应防护措施。

3.采用标准

本变电所综合自动化系统的制造、试验和验收除了应满足本用户需求书的要求外，还应符合如下标准。

GB50157-2013《地铁设计规范》

GB50490-2009《城市轨道交通技术规范》

GB/T13730-2002《地区电网调度自动化系统》

GB/T13729-2002《远动终端设备》

GB4943-2011《信息技术设备安全》

GB/T17626系列《电磁兼容试验和测量技术》

GB/T16435.1-1996《远动设备及系统接口（电气特性）》

GB/T17463-1998《远动设备及系统性能要求》

GB/T15153.1-1998《远动设备及系统——电源和电磁兼容性》

GB/T15153.2-2000《远动设备及系统——环境要求》

GB50171-2012《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》

IEC60870《远动设备及系统传输规约继电保护设备信息接口配套标准》

DL/T860(IEC61850)《变电站通信网络和系统》

GB/T22239-2019《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》

GB/T22240-2008《信息安全技术信息系统安全等级保护定级指南》

NB/T42013-2013《城市轨道交通电力监控系统通用技术要求》

GB/T 4208-2017《外壳防护等级（IP 代码）》

系统设备所涉及的产品标准及规范；工程标准及规范；验收标准及规范等必须完全满足所有中华人民共和国的条例及标准。所有标准及规范（含本用户需求书提及的其他标准及规范）应采用本项目招标公告发布之日的有效版本。投标人中标后在本项目实施过程中，所采用的规范、标准若有更新，原则按照新规范、标准执行。

两个规范或标准针对同一内容的描述不一致，或本技术规格书所使用的标准与供货商所使用的标准不一致时，除非特别说明，应按较高标准执行。

4.系统技术参数

4.1 系统性能指标

遥控命令传送时间 $\leq 3s$ ；

测量误差：电压、电流 $<$ 额定值的 0.5%；有功、无功 $<$ 额定值的 1%；

控制准确率：100%；

信号准确率： $\geq 99.99\%$ ；

站内事件分辨率： $\leq 5ms$ ，装置事件分辨率： $\leq 1ms$ ；

装置平均无故障工作时间（含所有网络连接设备）： ≥ 20000 小时；

远程通信速率： $\geq 100Mbps$ ；

双机自动切换时间： $\leq 30s$ ；

站内控制命令传送时间： $\leq 1s$ ；

站内信号变位传送时间： $\leq 1s$ ；

站内画面响应时间： $\leq 1s$ ；

系统可用率： $\geq 99.98\%$ ；

系统平均修复时间 MTTR：小于 30 分钟。

4.2 产品指标

系统中所有硬件设备应具有防尘、防腐蚀、防潮、防霉、防震、抗电磁干扰和静电干扰的能力。

所有光缆、通信电缆、控制电缆和相关设备选型满足《地铁设计规范》要求。

系统中所有硬件设备电磁兼容性能满足 GB/T17626 等国家有关标准，或等同的 IEC 标准及技术文件中的具体要求，并提供相应的型式试验报告。

系统中所有硬件设备绝缘强度及耐压性能满足国家有关标准，以及本技术文

件中的具体要求。

系统中所有硬件设备应通过工业控制设备安全标准 UL508。

4.3 系统绝缘性能要求

4.3.1 绝缘电阻

在正常试验大气条件下，装置的带电部分和非带电金属部分及外壳之间，以及电气上无联系的各电路之间，根据被试回路额定电压等级，分别用开路电压250V或500V的兆欧表（ $U_i \leq 60V$ 时用250V兆欧表， $U_i > 60V$ 时用500V兆欧表），测量其绝缘电阻值，应不小于100M Ω 。

4.3.2 介质强度

额定绝缘电压 U_i (V)	试验电压有效值 (V)
$U_i \leq 60$	500
$60 < U_i \leq 125$	1000
$125 < U_i \leq 250$	1500
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路试验电压采用 $125 < U_i \leq 250$ 的要求。	

4.3.3 冲击电压

在正常试验大气条件下，装置的电源输入回路、交流信号输入回路、信号输出触点等各回路对地、以及回路之间，应能承受1.2/50 μ s的标准雷电波的短时冲击电压试验，开路试验电压5kV，装置应无绝缘损坏和器件损坏。冲击试验后，工频交流电量的测量误差应满足其等级指数要求。

4.3.4 机械性能

机械影响因素中场所类型和运输条件，以及有关正弦稳态振动、冲击、自由跌落的参数等级详见GB / T15153.2—2000中第4章规定的Dm级。

4.4 电磁兼容性能

4.4.1 静电放电抗扰度

按GB / T15153.1-1998中的有关规定执行。

设备应能承受如GB/T13729-2002表17规定的静电放电第4级别电压值。在正常工作条件下，在操作人员通常町接触到的外壳和操作点上，按规定施加静电放电电压，正负极性放电各10次，每次放电间隔至少为1s。在静电放电情况下设备各性能指标均应符合GB/T13729-2002中3.5的要求。

4.4.2 快速瞬变脉冲群抗扰度

按GB / T17626.4-2008中有关规定执行。

在施加如GB/T13729-2002表16中规定的快速瞬变脉冲群干扰电压第4级的情况下，设备应能正常工作，其性能指标符合GB/T13729-2002中3.5的要求。

4.4.3 浪涌（冲击）抗扰度

按GB / T15153.1-1998中有关规定执行。

在施加如GB/T13729-2002表16规定的浪涌干扰电压和1.2 / 50 / μ s波形第4级的情况下，设备应能正常工作，其性能指标符合GB/T13729-2002中3.5的要求。

4.4.4 工频磁场和阻尼振荡磁场干扰

按GB / T15153.1-1998中的有关规定执行。

设备在如GB/T13729-2002表18规定的工频磁场和阻尼振荡磁场第4级的条件下应能正常工作，各项性能指标满足如GB/T13729-2002中3.5的要求。

4.4.5 电源电压突降和中断

按GB / T15153.1—1998中表11的第1级别要求进行试验，设备应能正常工作，各项性能指标应能满足如GB/T13729-2002中3.5的要求。

4.5 可靠性、可维护性、可扩展性、电磁辐射及兼容要求

4.5.1 可靠性

设备在设计时必须采用高可靠性措施。这些措施应通过利用如下的技术以降低系统故障概率和有关影响正常运行的随机性：

（1）控制信号屏通信模块、软件等应采用冗余设计，保证系统的可靠性，投标人在投标时应提出本身设备的可靠性指标。

（2）使用已证明具有高可靠性的元件。

（3）平均无故障时间（MTBF）

投标人应在投标文件中对每一独立的子系统和整个系统提供MTBF值和可用性数值。

间隔层监控单元的平均无故障工作时间（MTBF）均应不低于8760h。

全线系统可用性，应在工程的144小时、试运行、保证期内测试。

（4）虫害

所提供设备，应采用适当的措施以预防虫害。

4.5.2 可维护性

设备应设计成只需最少的调整和预防性维护，以及运行维护。产品设计应包

括故障隔离及诊断措施，以减少设备修复时间、维护材料和人工成本。

应通过制定合理的维修/更换策略、在线维修措施及维修支持设备的最佳运用来减少停机时间。

电子设备应维修到模块级。

4.5.3 可扩展性

设备应采用模块化设计的原则，在产品设计时应留有扩展能力，以适应远期扩展。因此，投标人应在产品设计中作相应考虑，以满足有关设备在扩展时的要求。

4.5.4 电磁辐射及兼容

对于电子设备应考虑防电磁干扰措施。任何子系统的运行都不应受其它子系统产生之电磁辐射的影响，或受据经验所知的城市电磁环境及地铁环境的影响。投标人应提交EM兼容计划。并应采取措施，解决电磁干扰/兼容的问题以及允许辐射电平和对电磁辐射灵敏性的问题。

4.6 系统信息安全要求

本章节内容适用于综合自动化系统中使用到信息化技术的部分，对系统中采用信息化技术部分提出了基本的安全原则。综合自动化系统的安全保护等级应不低于二级。

4.6.1 系统部署与交互要求

投标人应按照系统分类定义确定其类别，并由系统类别决定其应当部署的网络安全域。不同网络区域之间的信息交互应收敛为指定数量的系统服务和网络接口，严格管理。

4.6.2 网络访问控制要求

本系统应与互联网物理隔离，禁止直接连接互联网。

本系统的所有外联出口（外部机构、互联网出口等）均应通过专门对外的网络进行传输与控制，严禁外部网络直接接入本系统。

本系统与其它系统之间需通过防火墙或ACL设定访问控制规则，访问控制粒度达到端口级。

4.6.3 终端隔离与部署要求

终端应按系统层级部署，原则上只部署在系统所在的网络区域，禁止跨网络区域部署终端设备。本系统终端禁止以任何方式连接互联网。

4.6.4 信息安全通用要求

投标人在交付前，应在网络交换设备、网络安全设备、操作系统、数据库系统、应用系统等信息化设备/软件上完成以下安全策略的设置，以确保满足相关规范要求。

（1）帐户密码设置与权限管理要求

1) 设置密码策略，密码应满足以下要求：

应当修改默认帐户的用户名和密码，确保不易受到猜测。密码应至少为12位，且应当由字母、数字或特殊字符的混合组合，用户名和密码禁止相同，禁止使用弱密码。开启第一次登录系统时修改初始口令的功能。对系统内的各类管理帐户的密码，应设置密码有效期限，在有效期到期后应当强制更改密码，密码有效期不宜超过3个月。

2) 设置帐户锁定策略，当用户登录失败一定次数后锁定帐户或锁定IP地址一段时间，尝试次数不宜超过10次，锁定时间应大于30分钟。

3) 应禁用或删除设备/软件内不必要的帐户。

4) 应为不同的人员根据其职能分配相应权限帐户，禁止多人共用同一帐户。

5) 管理类帐户应至少具备超级管理员、设备/软件管理员、安全审计员三类，超级管理员帐户密码应在系统移交后由申通集团内部相关负责人保管，设备/软件管理员与安全审计员应当由相关的管理人员与审计人员保管。设备/软件管理员与安全审计员的管理权限应按其职能进行最小化授权配置，其中设备/软件管理员不应具备对设备/软件用户的权限管理功能、审计日志管理功能，安全审计员不应具备设备/软件配置管理权限，应实现特权用户权限分离。

（2）设备/软件访问控制要求

1) 设备/软件内的各类用户应当根据其实际的使用需要，制定用户访问权限表，并用用户访问权限表控制用户对系统内各类资源的访问。

2) 应为应用系统/软件/服务等设置运行所需的专用帐户访问操作系统、数据库，并根据实际访问需要设置最小化的访问控制权限，禁止使用具备管理员权限的帐户访问操作系统和数据库资源。

（3）安全审计要求

1) 设备/软件应当开启审计功能，应对软件/设备内的重要事件进行记录，审计内容至少包括：用户的添加和删除、审计功能的启动和关闭、审计策略的调整、

权限变更、设备/软件资源的异常使用、重要的系统操作（如用户登录、退出）等。对于设备/软件不支持该要求的，应以系统运行安全和效率为前提，采用第三方安全审计产品实现审计要求；

2) 审计记录应包括事件的日期、时间、类型、主体标识、客体标识和结果等。

3) 对应审计记录进行保护，避免受到未预期的删除、修改或覆盖等，审计记录的保存时间应结合业务特点，满足在发生安全事件后的追溯要求。

(4) 入侵防范要求

1) 设备内的软件安装应当遵循最小安装的原则，仅安装必要的组件和应用程序。

2) 应对设备/软件内开启的端口、服务、接口函数等进行检查，停止无用的后台程序、进程，关闭无关的端口、服务和接口。

3) 在确保系统能正常实现其功能的情况下，上线前应对软件版本应更新至最新版本，防止因软件版本过低存在安全漏洞，包括但不限于网络交换设备的操作系统版本、网络安全设备的软件版本、操作系统的补丁、数据库补丁、中间件补丁、应用程序版本等。

4) 操作系统应安装支持统一管理的防病毒软件，并在上线前将其软件版本、特征库版本更新至最新版本。

(5) 其他安全要求

1) 对于使用远程管理的设备/软件，禁止使用telnet、http等未经加密的方式进行远程管理，并根据实际的管理需要对管理员的登录地址进行限制。

2) 应根据操作系统的安全配置策略设置登录终端的操作超时锁定，如带密码保护的屏幕保护程序、空闲时间超过15分钟断开会话等。

5.变电所综合自动化系统构成及主要硬件设备配置要求

5.1 系统概述

变电所综合自动化系统与供电系统的40.5kV开关柜、1500V开关柜、0.4kV开关柜、交直流电源系统、整流变压器、整流器、配电变压器、排流柜、杂散电流监测装置、牵引网电动隔离开关、再生电能吸收利用装置、钢轨电位限制装置、有源滤波装置、接触网带电监测装置等的综合测控保护装置、智能采集装置及多功能表计通过通信接口连接实现集中监控。

跟随式（含区间跟随式）降压变电所各类设备通过光缆集中直接接入相应变电所综合自动化系统。

变电所综合自动化系统与本车站的综合监控系统接口，实现电力调度中心与变电所综合自动化系统的数据交换。

5.2 系统结构

变电所综合自动化系统采用集中管理、分散布置的模式，分层、分布式系统结构。系统由站级管理层、网络通信层、间隔设备层组成。其中：

站级管理层实现变电所控制室对本变电所设备的监视、报警功能，并负责变电所综合自动化系统与综合监控系统之间的数据交换。站级管理层包括通信控制器、监控工作站等设备，放置在控制信号屏内。

网络通信层实现变电所内站级管理层与间隔设备层之间的通信。包括交换机、光电转换装置、光缆、通信电缆等。

间隔设备层实现对间隔设备数据的采集、测量等功能。包括 40.5kV、0.4kV 交流保护测控单元、1500V 直流保护测控单元，交直流电源系统监控单元、配电变压器监控单元、牵引变压器监控单元、整流器监控单元、钢轨电位限制装置监控单元、排流柜监控单元、杂散电流监测装置监控单元、单向导通装置监控单元、再生电能吸收利用装置监控单元、多功能表计、接触网带电监测装置、接触网电动隔离开关监控单元等设备。上述间隔层设备除接触网电动隔离开关监控单元由本系统投标人供货外，其它间隔层设备由相关供电设备投标人提供。

系统以供电设备为对象，通过所内网络将所内的 40.5kV、0.4kV 交流保护测控单元、1500V 直流保护测控单元、交直流电源系统监控单元、变压器与整流器监控单元、钢轨电位限制装置监控单元、排流柜监控单元、杂散电流监测装置监控单元、再生电能吸收利用装置监控单元、单向导通装置监控单元、多功能表计、接触网带电监测装置及接触网电动隔离开关监控单元等间隔层设备连接起来，通过具有可靠性高、实时性强的冗余配置的通信控制器构成稳定、可靠的变电所综合自动化系统。

变电所综合自动化系统通过冗余的通信通道实现与综合监控系统的通信，通过综合监控系统接受电力调度中心的控制命令；向电力调度中心传送变电所操作、事故、预告、测量等信息。全线所有变电所综合自动化系统通过综合监控系统实现信息汇总，并实现控制中心、变电所控制室对变电所的统一调度管理。综合监

控系统出现故障时，变电所综合自动化系统可以独立运行，并实现变电所综合自动化系统的正常功能。

变电所控制采用三级控制方式，即电力调度中心控制、所内控制信号屏上集中控制、设备本体控制。三种控制方式相互闭锁，以达到安全控制的目的。

对于接触网电动隔离开关，在控制信号屏上设置当地/远方转换开关、相应的合分闸开关及控制装置。

为了保证系统的可靠性，变电所综合自动化系统与间隔设备层通信采用双网结构，通信控制器及以太网交换机主备冗余配置。

典型牵引降压混合变电所、降压变电所综合自动化系统结构示意图分别如附图所示，现阶段仅供参考，具体设计联络时确定。

5.3 站级管理层

站级管理层设备主要包括监控工作站、通信控制器等设备。

5.3.1 监控工作站

监控工作站安装变电所综合自动化系统应用软件，用于提供变电所综合自动化系统的人机操作界面。工作人员可以通过此工作站对变电所内各类供电系统设备进行监控，对设备工作状态、报警信号、测量值、自检信息等进行监视。监控工作站配置要求满足但不限于如下要求：

- 监控工作站应为一体化工业控制计算机，安装方式为嵌入式安装。投标人在标书中提供CPU主频和内存容量、所配置的操作系统以及掉电数据保护存储器的容量。
- IP65防护等级金属外壳
- 液晶背光显示MTBF：50000小时（24小时不间断运行）
- 不低于Intel®处理器Core™2Duo双核处理器
- 主频：不低于2.8GHz。
- 内存：不小于4GB
- 硬盘：不小于500GB
- 光驱：DVD驱动器
- 网卡：双以太网卡，RJ45接口
- 1xPCI-插槽带固定装置
- 1x串行RS232

- 显示器不小于17”液晶显示器，工作画面的分辨率不低于1024×768，明亮度不低于300cd/m²，对比度不低于500:1，响应时间不超过5ms。可视角不小于160度，其可靠性、稳定性和辐射强度应符合国际标准，安装方式为嵌入式安装。
- 监控工作站（含主机、显示器等）电源采用DC220V标准。
- 投标人应同时提供光电鼠标、标准键盘。
- 监控工作站应采用工业级计算机；投标人在标书中应标明型号品牌及相关参数，供货时应提供合同价格的最新主流机型。

5.3.2 通信控制器

通信控制器实现各类间隔设备与监控工作站、综合监控系统之间的通信传输，接收电力调度中心/变电所控制室指令、向间隔设备层设备发布指令、收集并处理从基础设备采集到的各类信息。

通信控制器应采用 Linux、Vxworks 等通用性强的实时多任务嵌入式操作系统。控制运算软件必须满足 IEC1131-3 的规定。

通信控制器的性能应该满足现场环境的要求，此产品必须为工业级产品并通过国家相关权威机构的工业环境测试试验，满足电磁兼容要求，投标人必须提供相关测试试验报告。

通信控制器采用主备冗余配置，主要组成和技术要求满足但不限于如下：

（1）主处理器模块

采用 32 位以上字长 CPU，主频不低于 1GHz。具有强大的数据处理及存储能力、快速的实时响应性。采用具有掉电数据保护的存储器，容量不低于 4GB。内存容量不低于 2GB。投标人在标书中提供 CPU 主频和内存容量、所配置的操作系统以及掉电数据保护存储器的容量。

（2）电源模块

采用 DC220V 电源，输出容量及输出电压应满足各模块正常运行要求，电源模块的过压、过流、过负载能力应满足相关标准要求。当发生故障时，保护电路动作切断输出回路，故障消失时应自动恢复供电。控制信号屏内或网络装置如需要不同于 DC220V 电压等级的电源，如 DC24V 电源等，应由本系统投标人负责转换，并含在本招标范围内。

（3）远程通信模块

通信控制器配置两个各自独立的用于远程通信不低于 100M 以太网光口（单模），满足一主一备和并行工作的模式。正常时，主通信接口处于工作状态，备通信接口处于监听状态。当主通信接口或主通道故障时，自动起动备用通信接口，使用备用通道。

支持远方通信协议包括：IEC60870-5-104 等，并可通过软件开发支持新的协议，通信协议应完全对用户开放。

（4）所内通信接口模块

通信接口标准及规约应能满足各种不同间隔单元接入的要求，接口模块支持实际配置的接口标准。提供 RS232、RS422、RS485、以太网口以及其它类型接口，用于接入设备的总接口数量需满足工程需要，典型站暂定不少于 24 个，车辆段暂定不少于 28 个，接口数量应根据需要扩展，被认为包含在合同价内，当地维护口不少于 1 个,具体的接口数量在设计联络会时确定。

串口应具有光电隔离功能。

接口功能满足各智能设备通信接入的要求。

支持所内综合自动化网络通信协议包括：Modbus、Profibus、IEC60870-5-103、IEC61850 等，并可通过软件开发支持新的协议，投标人应负责开发与间隔层设备相匹配的通信协议。

（5）时钟同步对时接口模块

通信控制器应配置标准对时接口，暂按 RS422 串口，与车站（车辆段）通信系统进行时钟同步对时，波特率为 4800（或 9600）bps，具体通信接口及通信协议等在设计联络时根据本工程通信系统实际接口情况确定。

投标人提供的通信控制器除满足上述配置要求外，还应满足系统功能要求、性能指标要求。如投标人采用非自主研发的第三方产品，则应采用高品质产品。投标人应提供自主研发的通信控制器等产品的相关证明文件。

5.4 网络通信层

网络通信层实现变电所内管理层与间隔设备层之间的通信，实现与综合监控系统之间的通信。

网络通信层由所内通信网络及网络接口设备组成。

网络节点容量不小于64个，并预留足够的扩展容量。

综合自动化系统的接口数量、标准及规约应能满足变电所各种不同投标人提

供的间隔单元接入的要求，并应预留一定的接口扩展容量。

投标人应充分考虑不同间隔层设备与光纤以太网接口设备的接口方式，招标人保留根据工程需要对接口方式进行选择的权利。

投标人投标时应提出详细组网方案及所配置网络接口设备的性能参数，在报价中应包括所有供货的软硬件。

投标人提供的网络接口设备应为工业级产品，抗干扰能力及MTBF等参数应等于或优于综合自动化系统其它设备，投标人在投标书中应提供相关测试数据供招标人确认。

5.4.1 所内通信网络

所内通信介质选用适合于本工程环境的抗干扰性强、低烟、无卤、阻燃、铠装的单模通信光缆或屏蔽双绞线。网络采用国际流行的以太网或现场总线网，网络拓扑结构为星形。与间隔层设备的通信规约采用国际通用型，保证系统的安全性、可靠性及可维护性。

5.4.2 网络接口设备

网络接口设备为与间隔层设备接口的以太网交换机、光电转换装置及相关连接设备等。

(1) 以太网交换机

以太网交换机应为工业级高品质产品，采用主备冗余配置，支持自动切换功能。采用工业型一体化无风扇、模块化设计，满足电磁辐射、电磁屏蔽、振动、冲击、运行温度等一系列相关的工业标准。投标人应根据系统要求及设备情况进行交换机的合理配置，并供相关测试数据供招标人确认。

主要技术满足但不限于如下要求：

- 转发方式：使用快速的存储式转发模式，保证最低的延迟和数据完整性；
- 转发速率不低于148800pps；
- MAC地址数：支持1024个以上MAC地址；
- 支持IEEE802.1X和SSL，增强网络安全性；
- 支持自动切换功能；
- 完全网管型（支持WEB、SNMP和通过串口连接的CLI）—VLAN、IGMP、Snooping（组播过滤）、端口镜像、端口控制、端口安全性、链路报警、

广播限制器、数据流量诊断、环冗余等。

- 交换机应采用冗余电源，电压等级为DC220V，不应采用另加的电源装置，须自身适应DC220V电源。
- 端口：暂按典型牵引降压混合变电所不少于12个单模光纤以太网接口，典型降压变电所不少于8个单模光纤以太网接口，每增加1个跟随所增加2个单模光纤以太网接口，车辆段牵引降压混合变电所不少于18个单模光纤以太网接口。各变电所不少于8个RJ45电以太网接口。各端口类型、数量等满足工程需要，留有冗余，并可扩展，具体接口类型、数量等设计联络时最终确定。接口数量的增加不影响设备总价，由此产生的一切费用均被认为包含在投标总价中，投标人应充分考虑这一因素。

（2）串口光电转换装置要求

光电转换装置可以实现不同类型现场总线光/电、电/光转换的需要，转换过程中不应发生数据的丢失。

主要技术满足但不限于如下要求：

- 转换装置上应有电源指示灯、设备故障指示灯、光纤连接状态指示灯，采用导轨式安装方式。
- 应具备浪涌保护、光电隔离保护功能、电源反极性保护。
- 光电转换装置、相关光电器件以及相关网络连接设备均为工业级高品质产品，应通过UL、CE的认证，寿命不小于10年，并提供相应参数供招标人确认。
- 光电转换装置的辅助电源除通信系统侧光电转换装置的辅助电源为AC220V，其它光电转换装置的辅助电源应采用DC220V，如果电压等级不是220V，应由投标人负责转换，且每个转换装置配1个电源模块。
- 接口模式：单模光缆。
- 物理接口：设计联络时确定。
- 波长：1310nm。
- 需本系统提供两侧的串口光电转换装置（含电源模块、光纤熔接盒、连接附件等），两端光电转换品牌及型号应一致。

（3）以太网光电转换装置要求

- 可以实现10/100MBaseT与10/100MBaseF的转换需要，采用单模光纤接口，

具体设计联络时确定。

- 需本系统提供两侧的以太网光电转换装置（含电源模块、光纤熔接盒、连接附件等），两端光电转换品牌及型号应一致，且与综合监控系统同品牌产品。
- 转换装置上应有电源指示灯、设备故障指示灯、光纤连接状态指示灯，采用导轨式安装方式。
- 具备浪涌保护、光电隔离功能、电源反极性保护。
- 国内外高品质，通过UL安全认证、CE的EMC认证，寿命不小于10年。
- 提供故障报警输出节点。
- 光电转换装置的辅助电源应采用DC220V或AC220V，如果电压等级不是220V，应由投标人负责转换，且每个转换装置配1个电源模块。电源模块由投标人提供。

5.4.3 变电所综合自动化系统与间隔层及综控系统的通信接口及通信介质

（1）AC40.5kV、DC1500V、变电所 AC0.4kV 开关柜、跟随所 AC0.4kV 开关柜与变电所综合自动化系统的通信均分两段组网，每段通信接口暂按 2 个单模光纤以太网通信接口，分别与控制信号屏内冗余配置的以太网交换机通信，开关柜内的单模光纤以太网接口由各开关柜投标人提供，通信介质采用单模光缆。具体设计联络时最终确定。

暂按天津大学北洋园校区站变电所带一个跟随所、车辆段降压混合变电所带 3 个跟随所，具体设计联络时最终确定。

（2）整流变压器温控器、整流器监控单元、配电变压器温控器、交直流盘智能监控单元、杂散电流监测装置、中压能馈装置、排流柜、钢轨电位限制装置等与变电所综合自动化系统的通信接口暂按采用 2 个 RS485/RS422/RS232 接口，分别与控制信号屏内冗余配置的通信控制器通信，通信介质采用屏蔽双绞线。具体设计联络时最终确定。

（3）单向导通装置、库内钢轨电位限制装置、静调电源柜、接触网带电监测装置等与变电所综合自动化系统的通信接口暂按采用 2 个 RS485/RS422/RS232 接口，分别与控制信号屏内冗余配置的通信控制器通信，通信介质采用单模光缆。本系统投标人需提供两侧的光电转换设备（含光纤熔接盒、电源转换模块、尾纤等附件）。具体设计联络时最终确定。

暂按车辆段 6 处单向导通装置、库内 3 台钢轨电位限制装置、3 台静调电源柜分别需要与变电所综合自动化系统通信，具体设计联络时最终确定。

暂按 6 座典型牵引所每所 4 套接触网带电监测装置、海河教育园区站牵引所 6 套接触网带电监测装置、车辆段 8 套带电监测装置分别需要与变电所综合自动化系统通信，具体设计联络时最终确定。

(4) 接触网电动/手动隔离开关等现场设备采用硬接点方式与安装于控制信号屏内的智能测控单元接口。

(5) 与车站（车辆段）级综合监控系统的通信接口为冗余单模光纤以太网通信接口，通信介质采用单模光缆。具体设计联络时最终确定。

(6) 与通信系统的对时接口暂按 RS422 接口，通信介质采用单模光缆，本系统投标人提供两侧的光电转换装置（含光纤熔接盒、电源转换模块、尾纤等附件），具体在设计联络阶段根据通信专业要求最终确定。

(7) 综合自动化系统的接口数量、标准及规约应满足现场由不同厂家提供的各种不同间隔单元接入的需要，支持多种规约，可根据具体情况开发特殊通信规约，并应预留一定的接口扩展容量，通信速率应能满足各间隔单元在相应传输距离下的最大通信速率。

(8) 上述具体通信接口方式、数量、类型、通信规约等在设计联络时与其他相关厂家配合后最终确定。

(9) 其它说明

变电所综合自动化系统与间隔层设备、通信系统对时、综合监控系统的接口分界在控制信号屏提供的对外通信接口（端子排或光纤熔接盒）；与间隔设备层、通信系统对时、综合监控系统的通信电缆及光缆由招标人指定的施工承包商提供并负责敷设，本系统投标人负责提供与综合自动化系统特性匹配的通信电缆/光缆的技术要求及规格，提供控制信号屏内的光纤熔接盒、尾纤等连接附件，对通信电缆/光缆的技术要求负全部责任，以满足变电所综合自动化系统的正常工作要求，保证通信的可靠性。

投标人同时负责提供车辆段单向导通装置、库内钢轨电位限制装置、距控制室较远整流变、整流器、配电变、接触网带电监测装置、远程通信配线架等内的光电转换模块（含光纤熔接盒、电源转换模块、尾纤等连接附件）等，其中尾纤与光缆的主备芯均熔接，尾纤及光缆熔接盒的数量需满足所有光缆芯数熔接的需求。

求，具体光缆的根数及芯数以施工设计图纸为准。

5.5 间隔设备层

间隔设备层实现对间隔设备数据的采集、测量等功能，包括综合测控保护装置或者智能采集装置等设备。

各供电系统设备均采用综合测控保护装置或者智能采集装置，与供电系统设备的控制/检测回路、PT、CT 等二次设备连接，负责执行主监控单元对供电系统设备的控制、监视、测量、保护等。

5.5.1 牵引降压混合变电所间隔设备层

牵引降压混合变电所间隔设备层包括但不限于：40.5kV 综合测控保护装置、40.5kV 纵差保护装置、40.5kV 多功能表计、1500V 综合测控保护装置、0.4kV 智能监控装置、0.4kV 多功能表计、0.4kV 有源滤波装置、整流变压器温控器、配电变压器温控器、整流器监控单元、接触网电动隔离开关智能测控单元、接触网带电监测装置、钢轨电位限制装置监控单元、排流柜监控单元、杂散电流监测单元、单向导通装置监控单元、交直流电源监控单元、中压能馈装置等。

5.5.2 降压变电所间隔设备层

降压变电所间隔设备层包括但不限于：40.5kV 综合测控保护装置、40.5kV 纵差保护装置、40.5kV 多功能表计、0.4kV 智能监控装置、0.4kV 多功能表计、0.4kV 有源滤波装置、配电变压器温控器、钢轨电位限制装置监控单元、杂散电流监测单元、交直流电源监控单元、控制信号智能测控单元等。

5.5.3 跟随降压变电所间隔设备层

跟随降压变电所间隔设备层包括但不限于：40.5kV 监控单元、0.4kV 智能监控装置、0.4kV 多功能表计、0.4kV 有源滤波装置、配电变压器温控器等。

5.5.4 智能测控单元

每个变电所综合自动化系统均设置一套智能测控单元（车辆段设置两套），其技术要求如下：

（1）产品要求采用工业级产品，安装于控制信号屏内，采用多 CPU 或 DSP 结构方式，以实现控制、监视、测量、通信等功能。

（2）智能测控单元可通过输入、输出模块与基础设备的二次无源接点连接，采集基础设备的数据或向其发送控制指令。

（3）智能测控单元具备逻辑编程功能，通过数字输入接口的状态信息实现

接触网隔离开关在各种闭锁条件下的控制功能、可实现软件逻辑闭锁，编程符合 IEC1131-3 标准，具体的闭锁逻辑在设计联络时确定。

(4) 装置工作电源 DC220V，应具有较强的过流、过压、过负荷能力。

(5) 遥信输入回路的额定电压为 DC220V。输入采用光电隔离方式，并可扩展，每路输入带有滤波器，每块模块具有过压、过流保护措施。暂按典型牵引降压混合变电所不小于 96 点，降压所不小于 48 点，车辆段牵引降压混合变电所不小于 350 点，并可扩展，具体数量应满足现场设备的需求，具体设计联络时确定。点数的增加不影响设备的总价。。

(6) 输出回路的额定电压为 DC220V，输出继电器接点，接点容量在设计联络时确定。输出继电器接点闭合时间在 20ms~5s 可调，若接点闭合时间超过硬件设置时间，控制输出自动中断。暂按典型牵引降压混合变电所不小于 32 点，降压所不小于 16 点、车辆段牵引降压混合变电所不小于 48 点，并可扩展，具体数量应满足现场设备需求，并保证在被控制开关拒动时，本单元及二次回路完好无损，具体设计联络时确定，点数的增加不影响设备的总价。

(7) 配置液晶显示器及菜单检索、数据输入、浏览阅读用的功能键，可观看所有测量值、事件信息、自检信息等数据内容。前面板应设置必要的 LED 信号灯用于指示各种重要状态。

(8) 应具有时钟同步功能，通过所内网络保持与通信控制器的软件对时。

(9) 应具有在线自检、自恢复及自复位功能，在装置故障的情况下，应能够发出装置异常信号。在外部电源故障或失电时，装置所有信息不应丢失，并能在外部电源恢复时，恢复其正常功能，重新正确显示并输出。

(10) 应具有事件记录功能，记录的事件应包括各种状态发生变化的事件，自检事件。所有事件都应带时标，事件的时标精确到毫秒级，并可从面板显示器或通信口当地/远方调出查看。投标人在投标时应提供装置能储存的事件数量。

(11) 各种输入/输出均具有过压、过流及隔离保护措施，输入/输出特性可通过软件定义。

(12) 应具有通信功能，通过标准接口分别实现与所内通信控制器及便携式维护计算机的数据通信。

(13) 智能测控单元能与通信控制器通信，脱离通信控制器能独立运行，完成联锁和就地控制。

5.6 控制信号屏

控制信号屏用于集中放置站内管理层、网络通信层及智能测控单元设备，并预留供便携式计算机及打印机操作的可拉出活动支架的位置。暂按车辆段牵引降压混合变电所设置 2 面控制信号屏、2 套智能测控单元，其它正线车站牵引降压混合变电所及降压变电所设置 1 面控制信号屏、1 套智能测控单元；具体设计联络时确定。

控制信号屏设置于变电所控制室内，并与变电所交直流电源屏并排安装。车辆段两面屏之间的线缆厂家自行负责。

5.6.1 控制信号屏基本要求

(1) 屏内安装的元器件有型式试验报告和合格证。装置结构模式由插件组成插件箱或屏柜。装置中的插件牢固、可靠、可更换。控制信号屏包括所有安装在屏上的插件、插箱，单个组件应满足防震要求。插件、插箱有明显接的地标志。所有元件排列整齐，层次分明，便于运行、调试、维修和拆装，并留足够的空间。

(2) 设置一个带锁的转换开关，用于控制中心和后台操作的闭锁。

(3) 设置模拟试验继电器，用于测试通信通道的可靠性。

(4) 配有电铃、电笛等报警设备，所内发生预告报警、事故故障时应按类别启动不同报警音响，并上传至综合监控系统，音响在一定的时间内自动解除，时间可调。设置音响投入/撤除/测试转换开关，用于音响的投入、撤除与测试。报警设备可由变电所综合自动化系统监控工作站驱动或者由智能测控单元驱动，这两种驱动方式的选择方式待设计联络阶段确定。

(5) 控制信号屏内加热、照明、风扇回路为 AC220V 电源，控制、信号等回路及其它设备电源均为 DC220V 电源。控制信号屏内或网络如需要不同于 DC220V 电压等级的电源，如 DC48V 电源等，应由本系统投标人负责转换，并含在本招标范围内。

(6) 面板操作把手及信号指示灯

在控制信号屏面板上设置能对接触网电动隔离开关进行合/分操作的设备；上、下行接触网电动隔离开关各设一个（如有折返线联络隔开，需另外设置一个）带锁的当地/远方转换开关；每个接触网电动隔离开关设一个带合/分信号指示灯的合/分按钮。

每个典型的牵引降压混合所暂按 4 个馈线电动隔离开关，2 个越区电动隔离开

关考虑。海河教育园区站暂按 6 个馈线电动隔离开关，4 个越区电动隔离开关考虑。车辆段暂按 8 个馈线电动隔离开关，13 个联络电动隔离开关考虑。景荷道站降压变电所暂按 2 个联络电动隔离开关考虑。各站、车辆段电动隔离开关的数量根据工程情况确定，具体设计联络中确定。由此产生的一切费用均被认为包含在投标报价中，投标人应充分考虑这一因素。

接触网电动隔离开关的控制均经中间继电器输出，且每个越区隔离开关需设置 2 个用于闭锁的中间继电器，继电器接点数量应不低于 3 对常开和 3 对常闭，接点容量在设计联络时确定。

5.6.2 控制信号屏结构要求

(1) 屏体应由钢板及骨架组成，采用钢性好，有一定耐热能力的钢材，表面应进行严格的处理并采取防腐蚀措施。屏体支撑结构钢板厚度不小于 2.5mm，屏内辅助钢板厚度不应小于 1.5mm。制成的面板及屏架应有足够的机械强度，以保证元件安装及操作时无摇晃，屏面板及屏架无变形。屏体采用全封闭结构，为前、后开门、垂直自立式的柜式结构，正面采用玻璃保护屏，左、右侧采用可拆卸的挡板结构。

外壳防护等级：IP40。屏的尺寸：800mm(宽)x600mm(深)x2260mm(高)。具体开门方式、结构及屏体的颜色在设计联络时确定。

(2) 设备的电气间隙、爬电距离、间隔距离、外接导线端子的选择、接线、安装等要求，均满足相关标准或规范中的有关规定。

(3) 屏内监控设备、液晶显示器、信号灯、控制开关、按钮等的安装位置易于维护、运行监视和操作。屏内的所有设备，包括微型空开等，均安装铭牌或标签，要求铭牌或标签可靠不轻易脱落。屏前/后上部注明该屏的具体名称。

(4) 屏内部配线的额定电压为 1000V，导线材质应选用铜线，按室温 40℃时长期连续负荷工作制选用，导线截面积必须满足回路容量的要求，其最小截面不小于 1.5mm²，招标人保留选择导线截面的权利。导线无划痕和损伤。配线在配线槽内敷设，投标人提供配线槽。各配电必须整齐走线，需绑扎固定，不得随意垂挂，配电与装置可靠良好接触，不得因受力虚接或折断等。投标人对所供设备的内部配线、设备的特性和功能的正确性全面负责。所有连接于端子排的内部配线将以标志条和有标志的线套加以识别，盘内编号应统一、清晰。盘内设有横向及竖向导线槽，所有设备安装的位置都方便外部电缆从盘的底部接入。二次接

线优先采用插接形式。

(5) 屏上端子排的设计应考虑运行、检修、调试的方便，采用在城市轨道交通上有多年实际运行经验的抗震动免维护的高质量阻燃端子。所有端子的额定值为 1000V、10A。端子应有明显的标识，大电流端子、一般端子、弱电端子之间应有所间隔，端子排间有足够的绝缘。适当考虑与设备位置对应，端子排导电部分为铜质。端子的选用应满足回路载流量及所接电缆截面的需要。电源回路的端子能接不小于 6mm² 的电缆芯线。端子排应根据功能分段排列并至少留 20% 的备用端子。牵引混合变电所应考虑一定数量用于所间闭锁、联跳电缆的过渡端子排，数量满足设计需求，并预留适当数量的端子及端子安装位置。端子排间留有足够的空间，便于外部电缆的连接。端子排、空气开关等附件应选用工业级高品质产品。

(6) 控制信号屏下方应设接地铜排和端子，接地铜排的规格为 25X4mm²，接地端子采用螺栓型。屏的活动金属构件及金属门与屏体间应用铜线牢固连接。

(7) 屏体结构要求通风良好，盘内元器件安装及走线要求整齐可靠、布置合理。设置由柜门自动开启的柜内照明设备，便于对柜内的设备进行检查和接线。各装置的电源线需要合理走线，确保开门时不得碰触。

(8) 导线、导线颜色、指示灯、按钮、行线槽、涂漆等，均应符合国家或行业现行有关标准规定。同类元器件的接插件应具有通用性和互换性，接触可靠、插拔方便。接插件的接触电阻、插拔力、允许电流及寿命，均应符合有关国家及行业现行标准的要求。那些必须按制造厂的规定才能更换的零部件应有特别标记。

(9) 屏内所有设备和材料（含线缆）均应采用低烟、无卤、A 类阻燃型。

(10) 屏面整洁，漆面完整，以防止在运输、仓储和运行中的腐蚀和锈蚀。屏内外清洁，无灰尘、划痕及油污等。

(11) 屏上应装有两插头和三插头的交流 220V，容量不小于 10A 的电源插座，供调试设备用电。预留数量不少于 5 个。

(12) 所有设备柜门都要求具有密封胶条，提高设备防尘水平；密封条可方便更换。对于大于 1 平米的柜门，柜门还应增加板筋等进行加固处理。

(13) 设备门锁应选择安全可靠防开门的门锁，且柜门应预留挂锁条件，并加装防锈挂锁，具体方案设计联络是确认。

(14) 设备柜顶应考虑防止异物坠入和防水防护措施，投标人应在投标文件

中提供详细方案供招标人确认。

(15) 控制信号屏与交直流屏并柜安装，控制信号屏设备操作面与交直流屏操作面齐平。屏体螺栓安装孔距应与交直流屏保持一致。控制信号屏的柜高、开门方向、颜色与交直流屏一致，控制信号屏顶部防雨设置方案与交直流屏配合，一体化设计，确保无缝衔接。

5.6.3 铭牌及标识

(1) 铭牌

盘内主要单元设备如通信控制器、监控工作站、以太网交换机、智能测控单元及控制设备等均应有铭牌。

每台设备应具有耐久而清晰的铭牌，铭牌用中文表示下述内容：

制造厂名称及商标；

名称及型号（包括接线方案编号）；

主要的额定参数；

防护等级；

制造日期、出厂日期及出厂编号；

对外端子接线图(或表)等。

(2) 标识

设备应有永久性的使用中文文字的标示牌，二次回路端子使用阿拉伯数字表明回路及端子的编号。这些编号应与所提供的文件图纸相一致，接地用端子应特别标示明确。

所有转换开关、按钮、指示灯等都应该有明确的、永久性的标志，应有文字表明其用途，并表明开关的操作方向。所有指示灯除必要的颜色区别外，还应有文字说明其动作含义。

5.7 变电所自动化维护设备

变电所综合自动化系统需设便携式维修维护设备，用于对系统软件、硬件的维护。

5.6.4 便携式维护计算机要求

维护计算机具有对各种设备的控制、监视、测量数据的显示和统计的功能(具体功能见变电所综合自动化系统功能)。同时可安装专用软件，对间隔设备层设备进行日常维护。

便携式维护计算机配置应不低于以下要求：

- 操作系统：Windows 7 专业版及以上。
- 处理器：移动式Intel Core i7 2.8GHz以上处理器。
- 内存：不低于8GB RAM。
- 硬盘：1TB+128G固态硬盘
- 高速缓存：不小于4MB L3缓存
- 独立显卡，显存不低于1G
- 网卡：10/100/1000M以太网卡，无线网卡
- 显示器：15"HD LED，分辨率1920x1080
- 光盘驱动器：16XDVD-RW
- 键盘/鼠标：101/102键兼容键盘，带有独立的倒置T型光标控制键，编辑键、左右控制与切换键，以及12个功能键；无线开/关、演示模式及音量控制；光电鼠标。
- 端口/连接器：2个Type I/II或1个Type III PC卡接口；1个6合1数字多媒体读卡器插槽；1个VGA或HDMI端口；1个Type C端口；1个耳机麦克风二合一接口；1个DC电源接头；1个便携式电池接头；1个RJ-45接口；3个USB端口。具体设计联络确定。
- 投标人提供的便携式计算机应采用优质产品，在投标文件中应标明型号品牌以及相关参数。供货时，应提供合同价格的最新主流机型，同时提供计算机操作系统、变电所综合自动化系统软件等与系统运营维护有关的所有软件、数据连接线。
- 招标人有权在价格不变的情况下更换最新的设备及操作系统。

5.6.5 模拟器

系统应配置输入、输出、测量等功能的便携式模拟器。要求如下：

- 状态量模拟输出：16路开、关信号，为刀闸接点。
- 脉冲量模拟输出：16路开、关信号，可选OC门或继电器接点。
- 遥控量模拟输出：16路跳、合闸信号，1路复位信号。
- 模拟量模拟输出：8路电压、电流模拟量输出。
- 电压量范围0-10V（41/2位数字显示）。
- 电流量范围0-20mA（41/2位数字显示）。

6.系统软件配置要求

6.1 基本要求

(1) 软件要求为正版，并且各站软件都有合法授权。要求投标人提供系统应用开发程序，用于招标人的相关功能和接口开发。要求详细论述相关软件的功能和软件整体方案。

(2) 系统所需要的人机界面软件及运行软件等应至少包括开发软件、通信软件、运行软件、应用软件、模拟测试软件、数据库软件等，应与综合监控系统的软件平台统一实现，变电所综合自动化系统与综合监控系统应能够无缝连接、通信及数据交互。

(3) 投标人应结合自身的建设经验，结合本工程为天津地区第一条全自动运行系统线路的工程现状，投标人应充分考虑实施过程中各种风险，PSCADA系统各类、各级软件及其修改（包含但不限于全自动运行场景增减、修改；联动功能及模式增减、调整；人机界面修改；站名修改；各种数据点的增减、修改；描述的改变；数据库的改变；接口功能与协议改动等）费用均包含在投标报价中，投标人不应提出费用变更。

6.2 系统应用软件

(1) 系统应用软件应是开放性的，用户在遵循操作规则的前提下，应可根据运营的要求，修改、增扩系统监控对象和应用画面。

(2) 用户画面窗口必须具有平滑缩放功能，缩放时画面上的各设备动态符号相对位置保持不变，且应是全图显示。

(3) 用户画面定义时应具有拷贝功能，且应询问是“相同”还是“不同”对象拷贝。

(4) 应用软件应具有带数据库定义的图形编辑工具。各种图形符号在定义时应具有平滑缩放功能。

(5) 各种图形符号在定义后，应自动检测电气连接的正确性，并给出提示信息。

(6) 各种记录（操作、警报）应可根据用户要求，按站名、对象、性质、时间等项目进行检索。

(7) 系统所有对象定义后，系统应能自动检测应定义而未定义的对象所在。

(8) 应用软件必须具有在线修改、增扩功能。

(9) 变电所监控工作站采用通用性强、简便易用、界面友好的实时多任务操作系统。

(10) 软件应配置综合测试和诊断软件包，可诊断所内各种设备故障，故障标志到模块级。

(11) 变电所综合自动化系统软件可以在控制中心进行远程维护。在控制中心内对变电所综合自动化系统进行数据及图形界面修改后，可以更新变电所综合自动化系统内的相关数据及图形界面。

投标人详细描述控制中心对变电所综合自动化系统软件进行远程维护的方案及实现方式。

(12) 所有应用软件应该具有友好的中文界面。

(13) 系统应用软件至少包括以下模块（不限于）：

- 人机界面模块
- 实时数据库模块
- 历史数据库模块
- 数据统计模块
- 事件浏览模块
- 曲线浏览模块
- 报警管理模块
- 通信模块

6.3 数据库软件

- 实时数据库应该具有高可靠性和数据的完整性。
- 实时数据库应该具有灵活的扩展结构，能满足用户的各种需求。
- 历史数据库最少可存储7天变电所综合自动化系统的原始数据。
- 历史数据库应具有一定的权限管理功能，可根据权限范围分级使用。
- 实时、历史数据库应具有高速的数据存储和检索性能。

6.4 维护软件

维护软件应具有良好的开放性，支持用户二次开发。软件系统应运行可靠。

维护软件应包括图形界面维护工具、可视化顺控流程工具、灵活的系统配置工具、丰富的组态工具、远程诊断工具等，并提供人机交互式界面。

- 提供功能方块图、梯形图、顺序流程图等编程语言工具。

- 使用编程语言对闭锁、程控等条件直观方便地进行编程，并将条件代码下载至相应的通信控制器。下载过程具有多重校核保护措施，并有下载操作记录。
- 根据权限修改闭锁、程控等条件代码。

6.5 防病毒软件

投标人应给招标人提供、安装和使用病毒检测软件和工具，现场安装的所有软件应被证明是不含病毒的软件。

说明：最终用户有权要求投标人按照用户要求对软件功能进行相应的修改、增加。

7.系统功能

变电所综合自动化实现变电所各种设备的控制、监视、联锁/闭锁、电流、电压、功率、电度的采集等功能。系统包括但不限于以下功能，招标人保留对系统功能进一步细化及修改的权力。

7.1 控制及操作功能

对变电所内断路器、电动隔离开关、保护功能、自动装置、保护定值等实现改变运行状态的所内控制，或执行远程控制命令。

变电所控制方式采用控制中心远方操作/所内监控计算机或维护计算机集中操作/设备当地操作三级控制方式。三级控制相互之间具有可靠的闭锁，任何时刻设备只执行一个操作命令。

具有保护定值切换、保护功能投退的控制功能，但必须由具有系统维护工程师级别权限的人员通过密码口令的输入开放权限后方可进行。

7.2 遥控

在中心授权的情况下，有遥控本车站变电所设备的权限。

遥控方式分为单控、程控等。实现方式类同于控制中心的遥控，但是其遥控范围仅限于本变电所。

（1）单独控制

改变某一对象运行状态的控制，包括开关合/分、自动装置投入/撤除等操作。

（2）程序控制

将某些固定的倒闸作业序列控制定义在一个顺序控制中，以简化操作步骤。程控的编制应用表格定义方式，允许加入执行条件判断，在执行过程中若出现限

制执行条件，则自动终止程控，并给出提示。程控执行过程中允许用户终止执行程控。

(3) 紧急状态控制

当现场发生紧急情况时，通过调用该程控紧急断电，达到避险或减少损失的目的。可设置自动或手动两种启动方式，也可由外部接点启动。

(4) 自动控制

由特定信息启动的程控。例如，当系统发生某些故障，需对该故障设备或区段进行切除的操作。

为了安全起见，以上操作包括：选择-执行两步，程序控制具有中止操作。在操作过程中，还可增加安全闭锁条件，避免不安全操作，具体内容设计联络时确定。

7.2.1 断路器故障跳闸远方复归

在中心授权的情况下，变电所开关由于故障跳闸而自动闭锁时，自动化系统可对本站闭锁开关进行复位操作，使其能够重新投入使用。复位操作仅限于单个开关。

7.2.2 保护投退

在中心授权的情况下，具有操作权限的有关人员可以通过变电所综合自动化系统对各类供电系统设备的保护软压板进行投退操作。

7.2.3 保护定值组管理

在中心授权的情况下，维护人员可以对 40.5kV、1500V、0.4kV 保护装置的保护定值组进行统一管理，包括保护定值召唤、显示、保存、切换、打印等。

可以选择装置名称、装置种类进行召唤显示、保存，保存后可以按照报表格式进行打印。

维护人员可以对 40.5kV、1500V、0.4kV 保护装置的保护定值组进行远程修改或切换。

7.2.4 供电系统控制闭锁功能

(1) 当现场供电设备故障时，引起相应开关跳闸，在故障复归前则此开关控制命令的操作被自动闭锁。被控对象在定义时，可编辑输入与之相关的闭锁条件，在满足闭锁条件时，执行命令应被自动屏蔽并给出提示信息。

(2) 在现场检修时，现场供电开关设备接地刀闸接地时，操作员可在主接

线画面上开关符号处设置接地标志，对有接地标志的供电开关设备，系统自动闭锁与之相关控制命令的操作。

（3）控制闭锁功能可以人工投退，且可由用户自定义。

7.2.5 遥控屏蔽功能

在中心授权的情况下，自动化系统可以对任何一个或多个供电系统受控设备进行屏蔽，使其不能被遥控操作，屏蔽解除后才能恢复遥控功能。设备屏蔽后，控制中心无权对此设备进行控制。

屏蔽操作及解除均须通过手动方式实现。

屏蔽操作分为三种方式：

- （1）全站屏蔽
- （2）按电压（分段）等级屏蔽
- （3）单开关屏蔽

进行屏蔽后，在供电系统图及主接线图界面上均给出标识。

不同方式的屏蔽操作可重复执行，但不能同时解除。

解除操作由同级别或高级别操作权限的人员执行。解除屏蔽的操作只能解除相应方式的屏蔽操作。

7.2.6 检修屏蔽

检修屏蔽操作分为两种方式：

- （1）站内按电压等级屏蔽
- （2）单开关屏蔽

设置为检修屏蔽的设备，信息可上传综合监控系统；也可屏蔽，即：信息只上传至综合变电所综合自动化系统，仅设备的“检修屏蔽信息”上传综合监控系统，具体设计联络时确定。

检修设备报警信号不会驱动变电所灯光或音响报警。

检修记录可在变电所综合自动化系统内进行历史保存。

7.2.7 人工置数

具有操作权限的维护人员可以手工对系统采集的数据进行置数。人工置数后的数据须有明显标志以示与正常数据的区别。

所有人工设置的状态量能自动列表显示。

7.2.8 设备禁止

变电所综合自动化系统支持在线对一个或多个设备的控制禁止功能，其方式通过设备挂牌实现。设备挂牌种类包含：检修牌、接地牌、禁止牌，每类对应不同图元。设备挂牌后可抑制对其的控制输出，以确保当检修人员在现场作业时，其它操作员不能发送控制指令，仅保留对挂牌设备的监视功能，数据正常扫描刷新，在摘牌后，恢复对设备的控制功能。

当被监控设备挂检修牌时，所有信息均可上传综合监控系统，但也可屏蔽，仅设备“检修信息”上传综合监控系统，具体设计联络时确定。

7.2.9 授权分组

支持中心对变电所进行授权，变电所授权包括：中心、车站、变电所。

在中心/车站/变电所均允许挂牌操作。

车站/变电所用户不允许解除中心用户设置的挂牌。中心用户也不允许解除车站/变电所用户设置的挂牌。

同区域（同中心或同车站）、同级别、同专业用户允许解除同级别用户的挂牌。

控制优先级显示方式应在中心/车站/变电所显示相同的标志，相互间保持同步。

当监控工作站或通信控制器重启后，挂牌标志不丢失。

具体实现方式在设计联络时确定。

7.2.10 模拟操作

可对开关进行不下位模拟对位操作，并用不同符号或颜色区别于正常状态。

7.2.11 超时监视

对各种重要命令和操作设置超时监视，对控制操作具有多重选择无效并给出提示的功能。

7.3 遥信数据采集与处理功能

7.3.1 遥信

变电所综合自动化系统采集变电所内各种装置的遥信信息，包括位置遥信（双位置）和保护遥信（单位置）。遥信信息在人机界面上实时刷新，以便操作员及时了解现场设备运行状态。

位置遥信包括各种断路器、隔离开关、负荷开关、接触器等设备的合、分状态，开关手车的工作、试验、抽出位置状态等。

保护遥信包括：各类保护跳闸动作、重合闸动作的启动、出口、失败等信息。信息分为事故遥信和预告遥信。事故遥信指使设备停电、停运的事故信号，预告遥信指不影响设备继续运行的故障信号。

遥信点变位描述可按用户要求定义，系统按遥信的类型分类定义变位描述，用户也可进行自定义描述。

系统可定义给出变电所综合自动化系统计算机节点的工作状态、网络运行状态、通道运行状态等虚拟遥信点。并对虚拟遥信的实施方案作出具体说明。

报警信息、事件描述必须准确清晰，且能迅速（小于 3s）查看；对于描述不清楚或不准确的，用户有权要求改进。报警事件根据严重等级必须分级显示。

7.3.2 显示和处理方式

在显示器上实时显示供电系统及其设备的运行状态，显示器上开关符号的颜色：合闸为红色，分闸为绿色。

当系统发生正常变位时，主接线画面中变位点显示变位状态，同时在显示器报警画面上显示变位的详细内容，包括对象、状态及变位时间，同时根据需要发出语言告警。

当发生事故跳闸时，主接线画面相应的自动变位模拟开关闪烁，同时在显示器报警画面上显示事故发生的详细内容，包括：对象、性质、时间等。按闪光复归键后模拟开关停止闪烁，显示绿色。系统具有拓扑着色功能，故障停电的部分自动转为灰色或其他指定的颜色。

当发生预告报警时，在显示器报警画面上显示详细预告内容，包括对象、性质、发生时间等。

音响报警：当供电系统出现非正常运行时，发出非紧急故障报警，出现事故时发出紧急故障报警，即预告音响和事故音响，两种音响有明显区别，音量应可调，并可投退。

7.4 遥测信息采集及处理功能

7.4.1 遥测

系统采集本变电所内各类监测对象的交流相 / 线电压、交流电流，零序电压，零序电流，直流电压，直流电流，有功、无功功率，谐波、功率因数，蓄电池电压，变压器温度等电气量。

遥测支持全数据采集，可以周期方式进行采集（周期可设置且最小采集周期

为 1s)，也可以由电力调度中心手动召唤遥测。

遥测数据也可进行变位数据采集，采集周期可设置，最长不得大于 60s。

7.4.2 显示和处理方式

(1) 提供各种数值计算、统计功能等。

(2) 在显示器所显示的主接线图上，以数字方式实时显示电流、电压、功率及电度等测量参数。

(3) 设置专用图表画面用来显示测量参数

- 电流、电压、功率等曲线图：在同一曲线图上可以同时用不同的颜色来显示多条不同的相关模拟量以进行比较。
- 电度量棒图：可以同时用不同颜色显示有功、无功电度量。
- 统计表格图显示电度量、最高最低电压、最大电流统计参数。
- 电流、电压越限时间、复限时间及持续时间的记录表等。对电压、电流、频率等进行越限监视与告警，并可人工在线修改限值。
- 设置杂散电流专用图表画面用来显示测量参数，可以将杂散电流、轨电位、排流柜做一个图表画面中，可查询同一时刻的相关数据等，具体需满足用户要求。

(4) 报表方式显示和存档

报表包括日报表、月报表、季报表和年报表：系统按每时（天、月、季、年）定期统计电度量、模拟量极值、开关动作次数（应区分操作与事故情况）、主要设备的运行、退出运行时间，并列表存储。

报表显示内容主要有：单位时间的电度量、最大电流及出现时间、最高最低电压及出现时间等参数。

定期统计报表，对变压器过负荷情况和出现时间，各种模拟电量的极值和出现时间进行统计。

(5) 在显示方式上提供多种用户自定义方式：如可以显示根据时间横坐标和单位竖坐标来定义等。

7.5 用户画面显示及操作功能

7.5.1 人机界面显示及操作功能

人机界面是值班员日常监视、操作的主界面，由运行监控程序和其他辅助的模块组成。主要提供如下功能：

- (1) 画面显示、值班员常用操作等功能。
- (2) 人机操作接口应提供窗口管理、画面显示以及操作等功能。
- (3) 在人机界面可进行相关程序启动操作。
- (4) 对系统历史数据进行查询。
- (5) 系统可显示供电系统图、本变电所主接线图、报警/预告画面及其它画面等。具体画面包括（但不限于以下内容）：

- 本车站变电所供电设备分布示意图：显示变电所供电设备的位置分布，可调出二级显示画面。
- 本车站变电所综合自动化构成示意图：包括控制信号屏、间隔单元、所内监控网络等配置情况及各种模块运行状态等信息。
- 本车站变电所主接线和牵引网图：动态显示各变电所的主接线、左右邻站变电所主接线图、接触网线路和设备的运行状态及系统运行参数。
- 左右邻站变电所主接线图。
- 中压环网供电区域对应变电所的主接线图。
- 车辆段还应能显示供电分段图及电动隔离开关、单向导通装置闭锁逻辑图。
- 报警/预告信息画面。
- 变电所综合自动化系统网络拓扑图。
- 程控显示画面：在主接线图中用鼠标点中程控操作菜单后，将显示程控项目窗口。
- 遥测曲线画面：显示各遥测量的趋势曲线。
- 电度量直方图：显示有功电度量和无功电度量。
- 统计参数报表画面：显示各种报表，包括日报、月报、年报表等。
- 操作记录报表。
- 故障记录画面。
- 可根据用户要求开发其它画面。
- 设置杂散电流系统专用画面，可以将杂散电流、轨电位、排流柜做在一个画面中，可查询同一时刻的相关数据等，具体需满足用户要求。

7.5.2 接地状态显示

当现场供电设备接地刀闸处于接地位置时，系统自动在画面上做出明显标记（接地标志或挂接地牌），同时自动闭锁与之相关的控制命令。

当现场设备由人工挂接地线时，变电所综合自动化系统不能提供接地刀闸信息，此时变电所值班员在画面上采用手工方式做出明显标记。控制中心及变电所控制室相关界面上应有相应接地状态显示，同时自动闭锁与之相关的控制命令。

7.5.3 趋势显示

遥测量（电压、电流、功率等）按定义的保存周期保存在历史数据库中，曲线浏览程序根据每个模拟量保存的数据点，按要求通过曲线方式显示出来。

系统可以显示实时和历史模拟量的趋势曲线（包括平均值、最大值、最小值等）。当进行实时趋势曲线显示时，曲线按照一定周期自动刷新，具体刷新周期待设计联络阶段确定。

可以选择曲线进行平移、无级缩放等操作。

趋势曲线画面中同时显示的数量、曲线颜色、显示比例可以由用户自行定义。

7.5.4 变电所综合自动化系统运行状况显示

系统能实时显示所连接变电所综合自动化系统所有设备的运行状况。若发现系统设备发生故障能自动报警提示维护人员，并对运行设备的设备名称、设备所在车站、故障发生时间、恢复/更换时间进行自动记录。

7.5.5 其它显示功能

（1）系统采用全图形、多窗口化显示风格，可同时监视多幅画面。

（2）画面的背景色应有多种颜色可供用户选择。

（3）用户画面窗口必须具有平滑缩放功能，缩放时画面上的各设备动态符号相对位置保持不变，且应是全图形的。

（4）系统单线图的动态显示，应是智能化的，具有拓扑着色功能，所有动态显示的逻辑判断（即带电显示）功能，均应是实时显示的。

（5）系统提供丰富的用户画面，配置各种图表显示方式。

（6）系统应配置中华人民共和国一级汉字库，所有人机界面均应实现中文显示。

7.6 数据库管理及统计报表功能

对各种采集的数据进行分类保存、归档、统计、调用等数据操作。系统配置

历史数据库管理系统，对各类微机保护测控装置所采集的遥信信息、遥测信息、报警信息、事件记录信息、故障录波信息、事故追忆信息等，根据系统的不同要求进行处理、存储。

各种记录(操作、事故、报警等)应可根据用户要求按照对象、性质、时间等项目进行检索，以便进行查询和故障分析。

实现模拟量测量数据及开关跳闸次数等的日报、月报、年报等统计报表。统计报表包括但不限于：定期报表、越/复限统计报表、事件记录、操作记录、报警记录、设备档案报表等。数据统计及报表可在线生成及修改。

7.7 SOE 事件记录

SOE（事件顺序）记录用于分辨事件发生的先后顺序（如故障跳闸的顺序）。系统可以以各种方式（按时间、按事故源对象等）查询、分析和打印 SOE 记录。

系统应配置事件顺序记录功能模块，此模块能将各站的开关及继电保护节点动作顺序及时间记录下来，供事后进行事故分析用。事件顺序记录的主要指标是动作时间分辨率，共分为两类，即站内动作时间分辨率和站间动作时间分辨率。前者由远方终端保证，后者则除远方终端外还涉及全部系统的对时。

任何开关点均可以设为 SOE 方式。通信控制器的 SOE 时标分辨率优于 1 秒。

事件顺序记录的内容不能被任何人、用任何方法进行修改。

7.8 故障录波数据读取

当供电系统发生故障，保护装置启动保护功能，使故障线路的开关设备事故跳闸的同时，保护装置自动进行故障录波，并以每次故障为单位将故障录波文件存放在当地保护装置中。

用户可按站号、序号将保护装置内的故障录波数据召唤显示并存储在监控工作站中，文件名以站号、序号和故障时间命名。文件的保存时间和数量只受硬盘容量限制。系统可以各种方式(按时间、按对象、按类型等)查询、分析和打印故障录波数据。

7.9 运行数据的打印及画面拷贝功能

打印管理实现对系统信息打印的管理功能，系统支持对图形、报表、曲线、报警信息、各种统计计算结果等的打印。同时对监视器画面均可实现随机拷贝。画面管理支持画面的拷贝、重命名等功能。用户生成新画面时可拷贝系统原有画面，在此基础上进行修改，减轻画面生成工作。画面编辑过程中提供对所有图元、

数据、区域的编辑、拷贝、删除等操作功能。

7.10 控制闭锁功能

当现场供电设备故障时，引起相应开关跳闸，在故障复归前则此开关控制命令的操作被自动闭锁，人工解锁后才能进行操作。

系统应具有完善的防误操作功能。例如：挂地线操作，当进行该操作后即可实现对相关对象的闭锁操作。

系统控制闭锁包括自动闭锁和手动闭锁。定义被控对象时，可编辑输入与之相关开关对象的闭锁条件。

控制闭锁功能可以人工投退，且可由用户自定义。

自动闭锁包括：

（1）当现场供电设备故障时，引起相应开关跳闸，则此开关控制命令的操作将被闭锁（设置复归按钮，可解除闭锁）。被控对象在定义时，可编辑输入与之相关的闭锁条件，在满足闭锁条件时，执行命令应被自动屏蔽并给出提示信息。

（2）在现场检修时，现场供电开关设备接地刀闸接地时，操作员可在主接线画面上开关符号处设置接地标志，对有接地标志的供电开关设备，自动闭锁与之相关的控制命令操作。

手动闭锁包括：

（1）允许操作员对任意遥控对象进行的单个、批量闭锁遥控操作。解锁为闭锁的反操作。

（2）提供手动闭锁列表清单。

7.11 口令功能

对不同工作性质的人员设置不同的安全操作口令，以确保系统的安全运行。至少有：值班员、维护工程师、专业开发人员三级口令。

7.12 通信功能

（1）通过冗余配置的远程通信接口实现与综合监控系统的通信。并可实现通道自动切换，完成通信规约的处理，以实现控制中心对供电设备调度管理功能。

（2）通过配置的所内通信接口实现与各间隔单元的通信，实现对间隔单元的数据采集与控制输出。

（3）具有多种协议转换功能，能够满足不同厂家设备的不同联网需求。

（4）冗余装置自动切换功能

双冗余的通信控制器、网络交换机及通信通道采用热备工作方式，主用设备发生故障时可自动切换到备用设备。

每台通信控制器应配备双网卡，实现网络冗余。通信控制器应具备网络故障的自诊断功能，当单网/单网卡故障时通信控制器应实现双网的自动切换，而不应引起通信控制器之间的切换。

两台通信控制器按照通信端口热备方式工作。当 1#通信控制器对某一监控单元的主用端口退出运行时，2#通信控制器处于热备状态的对应端口投入运行，该端口的切换应不引起通信控制器对其它监控单元的主备端口切换。若 1#通信控制器故障端口修复后具备正常工作条件，则该端口进入热备用状态。端口之间的切换也可以通过人机界面手动操作实现。切换过程中如发生状态变位或报警信息，数据不应丢失。通信控制器主备端口之间的切换时间不大于 5 秒。

所有的网络、端口等故障均应产生报警信息。

投标人在投标时需提供变电所综合自动化系统冗余方案（方案至少包括通信控制器及网络）及实现过程。

7.13 其它功能

7.13.1 时钟同步功能

变电所综合自动化系统应具有与车站（车辆段）时钟系统的时钟同步功能。变电所综合自动化系统配置与车站（车辆段）通信系统进行通信的对时接口，实现硬件对时功能，同时具有与中心设备的软件对时功能，作为车站（车辆段）时钟系统的后备对时。变电所综合自动化系统可对其监控的智能设备进行软件同步对时，同步对时间隔时间可调。对时精度毫秒级。对于 I/O 信号等应附加时标上传。

7.13.2 汉化功能

所有用户界面均应进行“汉化”处理，特殊汉字应能用户定义。系统操作界面应提供全汉字菜单，汉字图形显示、汉字制表及打印，并提供多种汉字输入方式。

7.13.3 在线维护、修改、扩展功能

对各种用户画面、数据库、系统参数等实现人机交互式修改、编辑、定义及扩展，操作手段无需修改软件程序，其中包括对间隔层智能单元的维护。

7.13.4 容错、自诊断、自恢复功能

系统应具有一定容错能力及完善的自诊断、自恢复功能，单个模块故障不影

响整个网络的运行，对故障设备给出相应的故障信息，自检标志达到模块级，方便故障查找和维修，提高系统可用性。所内任何间隔层设备、网络接口设备、通信通道发生故障，均应报警。

7.13.5 系统可维护功能

具备与计算机的接口，便于便携式监控计算机的接入，对系统进行调试、维护、扩展及监控等。

7.13.6 值班管理功能

系统应提供值班记录功能，并具有根据需要编制运行调度操作卡片的功能。

7.13.7 系统参数查看修改功能

主要应包括保护定值、保护配置、软压板、开入量、系统信息、测量值、保护动作报告等的查看。在具有相应修改权限的人员通过口令输入开放权限后可以对相应数据进行修改。

7.13.8 通道测试功能

系统支持通信通道测试功能，此处通道指：控制中心至变电所通信通道。

控制中心可以通过中心人机界面上的测试按钮向变电所发送测试信息，当变电所综合自动化系统收到信息时，驱动变电所内测试继电器动作，并由智能测控单元采集测试继电器动作信号。变电所综合自动化系统向控制中心返回继电器动作信号。具体测试方法待设计联络阶段确定。

7.14 便携式维护计算机功能

便携式维护计算机功能包括但不限于以下功能，招标人保留对系统功能进一步细化及修改的权力。

变电所维护计算机除具备上述提到的自动化系统功能外，还具备以下维护功能：

变电所维护计算机应配有专用的维护软件工具，实现对变电所监控网络和测控保护装置的软件编程功能及日常维护，软件维护工具应包括图形界面维护工具、可视化顺控流程工具、灵活的系统配置工具、丰富的组态工具、远程诊断工具等，并提供人机交互式界面。

提供功能方块图、梯形图、顺序流程图等编程语言工具。

使用编程语言对闭锁、程控等条件直观方便地进行编程，并将条件代码下载至相应的通信控制器。下载过程具有多重校核保护措施，并有下载操作记录。

根据权限修改闭锁、程控等条件代码。

维护计算机应配置与通信控制器的标准通信接口，维护人员只需将维护计算机与通信控制器维护接口相连，利用提供的软件维护工具调出、输入变电所综合自动化系统采集的数据及参数，即可自动完成对变电所综合自动化系统的维护。

维护计算机容量应覆盖全线各变电所，功能应适用于全线各变电所。

维护计算机可安装变电所内 40.5kV、1500V、0.4kV 测控保护装置的专用维护软件，通过串口（如 RS232）与单个保护装置连接，实现对单个保护装置的维护。

8.主要控制、监视、测量范围

具体监控范围及内容待供电系统设备完全确定后，在设计联络阶段确定。

8.1 主要控制范围

（1）典型牵引降压混合变电所：40.5kV 断路器/电动隔离开关、1500V 断路器、1500V 接触网电动隔离开关、0.4kV 进线断路器/母联断路器/三级负荷总开关/照明总开关/冷水机组馈线断路器、40.5kV 及 0.4kV 母联自投功能投切、保护定值组切换、轨电位接触器合分等。

（2）典型降压变电所：40.5kV 断路器/电动隔离开关、0.4kV 进线断路器/母联断路器/三级负荷总开关/照明总开关/冷水机组馈线断路器、40.5kV 及 0.4kV 母联自投功能投切、保护定值组切换、轨电位接触器合分等。

（3）跟随式降压变电所：0.4kV 进线断路器/母联断路器/三级负荷总开关/照明总开关/冷水机组馈线断路器、0.4kV 母联自投功能投切等。

8.2 主要监视范围

（1）牵引降压混合变电所

40.5kV 断路器/隔离开关位置信号、DC1500V 断路器/手车/隔离开关位置信号、联跳信号、钢轨电位限制装置接触器位置信号、接触网电动隔离开关、库内手动隔离开关位置信号、接触网隔离开关带电信号、排流柜开关位置信号、0.4kV 进线、母联、三级负荷总开关及有关馈线的开关位置信号、框架断路器的抽屉位置、单向导通装置、中压能馈装置、杂散电流监测装置、有源滤波装置及交直流电源装置等相关信息等、所内各种保护、事故、预告信号，自动装置动作信号、开关当地/远方操作位置信号、自动装置功能的投入/撤除状态的相关信息等。

（2）降压变电所

40.5kV 断路器/隔离开关位置信号，钢轨电位限制装置接触器位置信号，0.4kV 进线、母联、三级负荷总开关及有关馈线的开关位置信号、框架断路器抽屉位置，所内各种保护、事故、预告信号，自动装置动作信号、开关当地/远方操作位置信号、自动装置功能的投入/撤除状态、杂散电流监测装置、有源滤波装置及交直流电源装置的相关信息等。

(3) 跟随所

40.5kV 断路器/隔离开关位置信号、0.4kV 进线、母联、三级负荷总开关及有关馈线的开关位置信号、框架断路器抽屉位置，所内各种保护、事故、预告信号，开关当地/远方操作位置信号、自动装置动作信号、自动装置功能的投入/撤除状态、有源滤波装置的相关信息等。

8.3 主要测量范围

1) 牵引降压混合变电所

40.5kV 进线/出线电流、40.5kV 母联电流、40.5kV 母线电压、40.5kV 馈线电流/有功功率/有功电度/无功功率/无功电度、直流 1500V 进线电流、直流 1500V 母线电压、直流 1500V 馈线电流、负回流回路电流、0.4kV 进线电流/电压/有功功率/有功电度/无功功率/无功电度/功率因数、谐波测量、0.4kV 母联电流、0.4kV 三级负荷总开关电流、0.4kV 计费类馈线回路及需要能源监测馈线回路电流/有功电度、交/直流电源装置重要电量、杂散电流监测装置监测数据、轨电位、排流柜排流电流、变压器温度等。

2) 降压变电所

40.5kV 进线/出线电流、40.5kV 母联电流、40.5kV 母线电压、35/0.4kV 馈线电流/有功功率/有功电度、0.4kV 进线电流/电压/有功功率/有功电度/无功功率/无功电度/功率因数、谐波测量、0.4kV 母联电流、0.4kV 三级负荷总开关电流、0.4kV 计费类馈线回路及需要能源监测馈线回路电流/有功电度、交/直流电源装置重要电量、杂散电流监测装置监测数据、轨电位、变压器的温度等。

3) 跟随所

0.4kV 进线电流/电压/有功功率/有功电度/无功功率/无功电度/功率因数、谐波测量、0.4kV 母联电流、0.4kV 三级负荷总开关电流、0.4kV 计费类馈线回路及需要能源监测馈线回路电流/有功电度、配电变压器温度等。

8.4 三遥对象概数表

(1) 每座典型牵引降压混合变电所

序号	设备名称	测控、保护等 智能电子装 置数量	每个智能电 子装置监控 的对象数量	合计
1	AC40.5kV 进线/出线/母联 /馈线开关柜	10	50	500
2	DC1500V 进线柜	2	30	60
3	DC1500V 馈线柜	5	40	200
4	负极柜	2	20	20
5	0.4kV 进线/母联/三级负 荷总开关/有源滤波柜/计 费类馈线柜	11	40	440
6	交、直流电源装置	1	50	50
7	杂散电流	1	40	40
8	中压能馈装置	1	30	30
9	钢轨电位限制装置	1	20	20
10	整流变压器	2	10	10
11	配电变压器柜	2	10	20
12	整流器柜	2	10	20
13	其它开关量信号（接触网 开关、保护装置故障信号 等）	1	120	120

序号	设备名称	测控、保护等智能电子装置数量	每个智能电子装置监控的对象数量	合计
1	合计	41	2	1530
备注：计算值：1530 设计值：2000。				

(2) 每座典型降压变电所

序号	设备名称	测控、保护等智能电子装置数量	每个智能电子装置监控的对象数量	合计
1	AC40.5kV 进线/出线/母联/馈线开关柜	7	50	350
2	0.4kV 进线/母联/三级负荷总开关/有源滤波柜/计费类馈线柜	9	40	360
3	交、直流电源装置	1	50	50
4	杂散电流	1	30	30
5	钢轨电位限制装置	1	20	20
6	配电变压器柜	2	10	20
7	其它开关量信号(保护装置故障信号等)	1	50	50

序号	设备名称	测控、保护等智能 电子装置数量	每个智能电子装置 监控的对象数量	合计
3	合计	22	4	790
备注：计算值：790 设计值：1400。				

(3) 每座跟随式降压变电所

序号	设备名称	测控、保护等智能 电子装置数量	每个智能电子装置 监控的对象数量	合计
1	0.4kV 进线/母联/三级负荷总 开关/有源滤波柜/计费类馈线	9	30	270
2	配电变压器柜	2	10	20

序号	设备名称	测控、保护等智能 电子装置数量	每个智能电子装置 监控的对象数量	合计
5	合计	9	6	270
备注：计算值：270 设计值：600。				

上述表中为基本监控测量点表，仅供投标时参考，具体监控点表在后续工作中可能发生变化，最终点表在设计联络阶段确定。变电所综合自动化系统容量应按每站不小于 3000 点考虑，并可扩展。点数的增加不影响设备总价，均包含在投标报价中。

9.能耗监测系统

能耗监测系统通过采集变电所内 40.5kV 及 0.4kV 智能监测仪表的数据，实现对变电所供电系统的电能质量数据监测等功能。变电所站级能耗监测系统通过通信接口与车站（车辆段）综合监控系统通信，将变电所相关电能数据上传控制中心综合监控系统。

跟随式降压变电所的 0.4kV 监测仪表通过通信光缆直接接入相应的变电所站级能耗监测系统。

变电所站级能耗监测系统由通信控制器、工业以太网交换机以及相关附件等构成，各设备安装于控制信号屏内。

9.1 通信控制器

通信控制器向上与综合监控系统进行通信，向下与 40.5kV 及 0.4kV 智能监测仪表进行通信，完成终端设备的数据采集、存储和转发，实现遥测、遥信等功能；同时起到协议规约转换作用。

通信控制器采用高品质的工业级产品，处理器采用高性能核心工业 CPU，主频不低于 1.6GHz，内存容量为不低于 2GB，硬盘容量不低于 160GB；以太网（10M/100M 自适应）数量不少于 4 个，串口数量不少于 10 个，并可扩展，满足工程需求，由此所引起的费用均包含在投标报价中。每个串口可接入的测量表计数量不小于 20 个。串口应具有光隔离功能。

电源模块采用 DC220V 电源，输出容量及输出电压应满足各模块正常运行要求，电源模块的过压、过流能力应满足相关标准要求。

9.2 交换机

能耗监测系统设置一台高品质工业级以太网交换机，交换机应满足以下要求：

采用工业型一体化无风扇设计。

交换机网口数量：暂按不少于 4 个 100M 的 RJ45 电口，14 个 100M 的光口，并可扩展，满足工程实际需求，具体设计联络时最终确定。由此所引起的费用均包含在投标报价中。

支持 IEEE802.1X 和 SSL，增强网络安全性。

完全网管型（支持 WEB、SNMP 和通过串口连接的 CLI）-VLAN、IGMP、Snooping（组播过滤）、端口镜像、端口控制、端口安全性、链路报警、广播限制器、数据流量诊断、环冗余等。

交换机电源应采用冗余热备方式，电压等级为 DC220V，不应采用另加的电源装置，须自身适应 DC220V 电源。

支持 SNTP、IEEE1588 时间协议，支持精确的网络时间同步。

品牌应该与变电所综合自动化系统一致。

9.3 光电转换装置

光电转换装置（如有），具体要求如下。

可以实现不同类型现场总线/以太网光/电、电/光转换的需要，转换过程中不会发生数据的丢失。

转换装置上应有电源指示灯、设备故障指示灯、光纤连接状态指示灯，采用导轨式安装方式。

应具备浪涌保护、光电隔离保护功能、电源反极性保护。

光电转换装置、相关光电器件以及相关网络连接设备均为高品质的工业级产品，应通过 UL、CE 的认证，寿命不小于 10 年，并提供相应参数供招标人确认。

光电转换装置的辅助电源应采用 DC220V，如果电压等级不是 220V，应由投标人负责转换，且每个转换装置配 1 个电源模块。具体设计联络时确定。

接口模式：单模光缆。

波长：1310nm。

两端光电转换品牌及型号应一致。

品牌应该与变电所自动化系统一致。

9.4 通信

变电所站级能耗监测系统负责 40.5kV 及 0.4kV 开关柜内的智能表计的接入，

并通过与车站级（车辆段）综合监控系统通信，将变电所能耗监测信息上传至控制中心能耗监测系统。

系统应能够兼容各种智能表计，实现电能数据的采集。另外，系统应可采集包括但不限于：符合部颁 645 协议、DLMS 协议、IEC1107 协议、PQDIF（IEEE1159.3 国际电能质量数据交换标准）或 IEC102 协议等的所有电表。

投标人应详细描述，如何实现表计的兼容，以及采取的相关措施。

变电所站级能耗监测系统与 40.5kV 及 0.4kV 开关柜内的智能表计、与车站（车辆段）综合监控系统的通信接口暂按分别采用冗余光纤以太网接口，通信协议应采用对用户完全开放的国际标准规约，以太网通信传输速率为 10M/100M。投标人负责提供控制信号屏内光纤以太网设备及光纤熔接盒、尾纤、连接附件等。具体接口方案设计联络时确定。

投标人在投标时说明其投标设备与 40.5kV 及 0.4kV 开关柜内的智能表计通信的接口形式与接口标准、结构方案、支持的通信规约以及在安全传输距离下的通信速率，并说明各种规约支持的通信传输媒介及其技术规格。

变电所站级能耗监测系统的接口数量、标准及规约应满足现场由不同厂家提供的各种不同智能表计接入的需要，通信协议应采用对用户完全开放的国际标准规约，支持多种规约，可根据具体情况开发特殊通信规约，并应预留一定的接口扩展容量，通信速率应能满足各智能表计、不同系统等在相应传输距离下的最大通信速率。

上述具体通信接口方式、数量、类型、通信规约等在设计联络时与其他相关厂家及系统配合后最终确定。

控制信号屏至 AC40.5kV 及 0.4kV 智能表计间采用通信光缆传输。变电所站级能耗监测系统与智能表计的通信光缆由招标人提供，投标人负责提供与站级能耗监测系统特性匹配的通信光缆的技术要求及规格型号，并对通信光缆的技术要求负全部责任，以满足变电所站级能耗监测系统的正常工作要求；控制信号屏内与通信光缆连接的光缆附件（如光纤熔接盒、尾纤、光缆连接附件等）由投标人提供并负责安装，并负责屏内接线等。尾纤与光缆的主备芯均熔接，尾纤的数量需满足所有光缆芯数熔接的需求。

9.5 采集数据的监视

控制信号屏监控工作站能够监视能耗监测系统采集的数据。

10.铭牌及标识

10.1 铭牌

柜内主要元器件如通信控制器、交换机、电源模块、控制开关、空气开关、声音/音响报警设备及其它独立安装的设备等均应有铭牌。

每台设备及元器件应具有耐久而清晰的铭牌。铭牌用中文表示下述内容：

- 制造厂名称或商标
- 型号（包括接线方案编号）、名称、制造日期和出厂编号
- 额定电压
- 额定电流
- 防护等级
- 出厂日期

10.2 标识

柜内所有元器件都应有明确的、永久性的与二次原理图一致的符号标识，电源端子处标明其相应的极性。

所有仪表、操作开关、按钮等，应有文字表明其用途，所有信号灯、信号装置除必要的颜色区别外，还应有文字说明其动作含义。

11.试验

11.1 基本要求

应根据国标或相应 IEC 标准的规定、方法，通过型式试验，投标人在投标时应提供完整有效的型式试验报告。

应根据国标或相应 IEC 标准的规定、方法，通过出厂试验，投标人在出厂试验前 3 个月，向招标人提供出厂试验规格书（包括项目、标准、方法、允许误差等），经招标人检查、批准后实施。

型式试验、出厂试验或抽样试验的试验内容，应按合同“技术规格书”和招标人批准的试验规格书进行，投标人不得以任何借口减少试验项目和内容。

现场试验由施工单位进行，投标人有义务提供相应的试验标准及试验方法。

如果某项试验的条件、内容、程序、测量、记录和报告格式等任意一项不符合合同“技术规格书”或试验规格书的要求，招标人有权拒绝接受试验报告，并

要求重做该项试验。

招标人有权派人员到投标人的工厂、试验场地及试验室对产品的制造、组装、试验和调试等生产过程进行抽查。

11.2 型式试验

- (1) 温度影响
- (2) 温度储存
- (3) 功率消耗
- (4) 功能及技术性能
- (5) 触点性能
- (6) 过载能力
- (7) 绝缘性能
- (8) 耐湿热性能
- (9) 电磁兼容性能
- (10) 直流电源变化影响
- (11) 功能整组模拟
- (12) 机械性能
- (13) 结构、外观及安全

11.3 出厂试验

- (1) 绝缘性能（只进行绝缘电阻测量和介质强度试验，不进行冲击电压试验）
- (2) 功能及技术性能
- (3) 功能整组模拟
- (4) 连续通电
- (5) 结构、外观及安全

11.4 现场试验

现场试验包括以下试验内容：

- (1) 单体试验
- (2) 系统调试
- (3) 系统联动试验（带动供电设备）
- (4) 恢复供电后装置自动启动试验

- （5）系统各种功能试验
- （6）连续通电试验：168 小时

注：其他试验遵从综合监控系统要求。

12.文件

12.1 概述

所有技术文件应按规定统一编制。

投标人应对所提供的全部文件的正确性、完备性和及时性负完全责任。

投标人向招标人提供的图纸、手册等技术资料应充分、全面和详细地说明设备的性能、原理、结构、尺寸。

计算书应包括计算条件、计算结果及计算依据。若计算中引用了书刊或其它出版物内容，应给出如下资料：作者姓名、标题、出版社、出版日期和页号。

投标人提供的图纸、手册和技术文件，产品在国内生产的，必须使用中文；产品由国外投标人生产的，除提供英文版本外，还应对主要的技术资料提供中文版本。

投标人应按招标人的要求，编制接口文件并制定执行措施。

技术资料在设备设计和制造过程中有更新时，投标人应及时向招标人提供更新的部分。

12.2 图纸

投标人用于生产的手册和技术文件，应是经过招标人的审核，并经招标人确认的图纸。招标人确认后，在图纸加盖确认章，该章仅表明招标人已同意投标人按图生产，但设备的技术性能和准确性由投标人负责。

如果图纸经过了确认，投标人未经招标人认可，不按图生产，招标人有权拒绝接收产品。

图纸审查和确认的具体范围、时间和程序，由双方讨论决定。

技术文件的审查和确认，由双方讨论决定。

主要	名称	交付时间	数量	备注
----	----	------	----	----

			硬拷贝	电子文件	
1	图纸				
1.1	盘面/盘内布置图、设备原理接线图、端子排图				确认级
1.2	盘内配线图				审查级
1.3	盘体底部结构图				确认级
1.4	盘体外形图，包括各视图及断面图、尺寸、重量				确认级
1.5	包装图				确认级
1.6	运输图				审查级
2	手册				
2.1	安装使用手册				审查级
2.2	维护手册				审查级
2.3	主要设备技术规格书、使用手册				审查级
3	其它技术文件				
3.1	非国标经双方确认的标准				审查级
3.2	设备的型式试验报告				审查级
3.3	设备合格证				审查级
3.4	设备的出厂试验报告				审查级
3.5	三遥信息表				确认级
3.6	各类设备支持软件及应用程序				
3.7	最终图纸光盘				

注：确认级——经招标人确认后方能进行下一工序

审查级——经招标人审查、核备

12.3 手册

投标人应提供的手册包括如下内容，但不限于此。

- 技术手册（描述产品的技术参数、技术性能）；
- 操作手册；
- 安装手册；
- 维护手册；
- 软件使用说明书。

12.4 其它文件

投标人应提供的其它资料包括：

- 产品的技术规格书；
- 产品的最终说明书；
- 计算书（包括 XXXX 等）；
- 产品的型式试验报告；
- 产品的出厂试验报告；
- 非国标但经双方确认的标准。

13.设计联络

投标人应在设计联络会召开前两周，提交给招标人需要确认的技术资料。

投标人应在投标文件中提供详细的设计联络计划供招标人确认。

设计联络的具体的工作内容及时间由投标人提供，招标人确认。

设计联络会议包括以下内容，但不限于此。

- 投标人介绍产品的设计、制造等技术。
- 确认技术参数和性能。
- 确定技术方案、讨论澄清接口问题。
- 确定设备试验和出厂试验。
-

14.其它说明

（1）供货以车站为单位，具体要求在设计联络中确定。投标人应在投标时向招标人提供设备规格型号、生产厂家、产地、设备单重、外形尺寸、单价等内容，设备的数量将在合同签订时最终确认。

（2）供货数量说明

1）供货数量中应考虑光电转换装置、以太网光电转换模块均应含光纤熔接盒、电源转换模块、尾纤等附件的数量等，所有费用均含在投标报价。

2）交换机的光口类型及数量、光电转换装置的类型及数量、应满足系统需求，具体设计联络阶段确定。投标人在投标时应充分考虑此风险，相关类型及数量的调整不得引起投标总价格的变化。

3）投标人应保证其所提供系统的完整性，所有为实现本系统功能要求而必须配置的设备均应包含在其报价中。

4）投标人应在充分理解与各系统设备之间接口方式及连接标准的基础上报

价，招标人不承担该方面引起的任何费用增加和工期的延长。

5) 下表中主要设备数量表仅供投标人参考。投标人应结合本用户需求书要求、自身全自动运行系统的工程建设经验及投标工程方案，对本工程所应配置的设备（含接口设备）进行补充完善，确保系统配置的完整性、安全性。所配置的全部设备均应包含在投标报价中。

6 号线工程涿水道站～咸水沽西站段					
序号	变电所名称	单位	控制信号屏	便携机	备注
1	涿水道混合所	套	1		
2	双港混合所	套	1		
3	景荔道混合所	套	1		
4	天津大学北洋园校区混合所	套	1		
5	海河教育园区混合所	套	1		
6	和慧南路混合所	套	1		
7	咸水沽西混合所	套	1		
8	车辆段混合所	套	1		含 2 面屏
9	景荷道降压所	套	1		
10	南开大学津南校区降压所	套	1		
合计			10	2	
1	串口光电转换装置	套	46		说明 2
2	以太网光电转换装置	套	40		说明 3

说明：

1) 表中供货数量为当前阶段设计值，若外部条件变化，表中数量将随之调整，具体以施工图为准，招标人有权对上述供货数量进行调整。

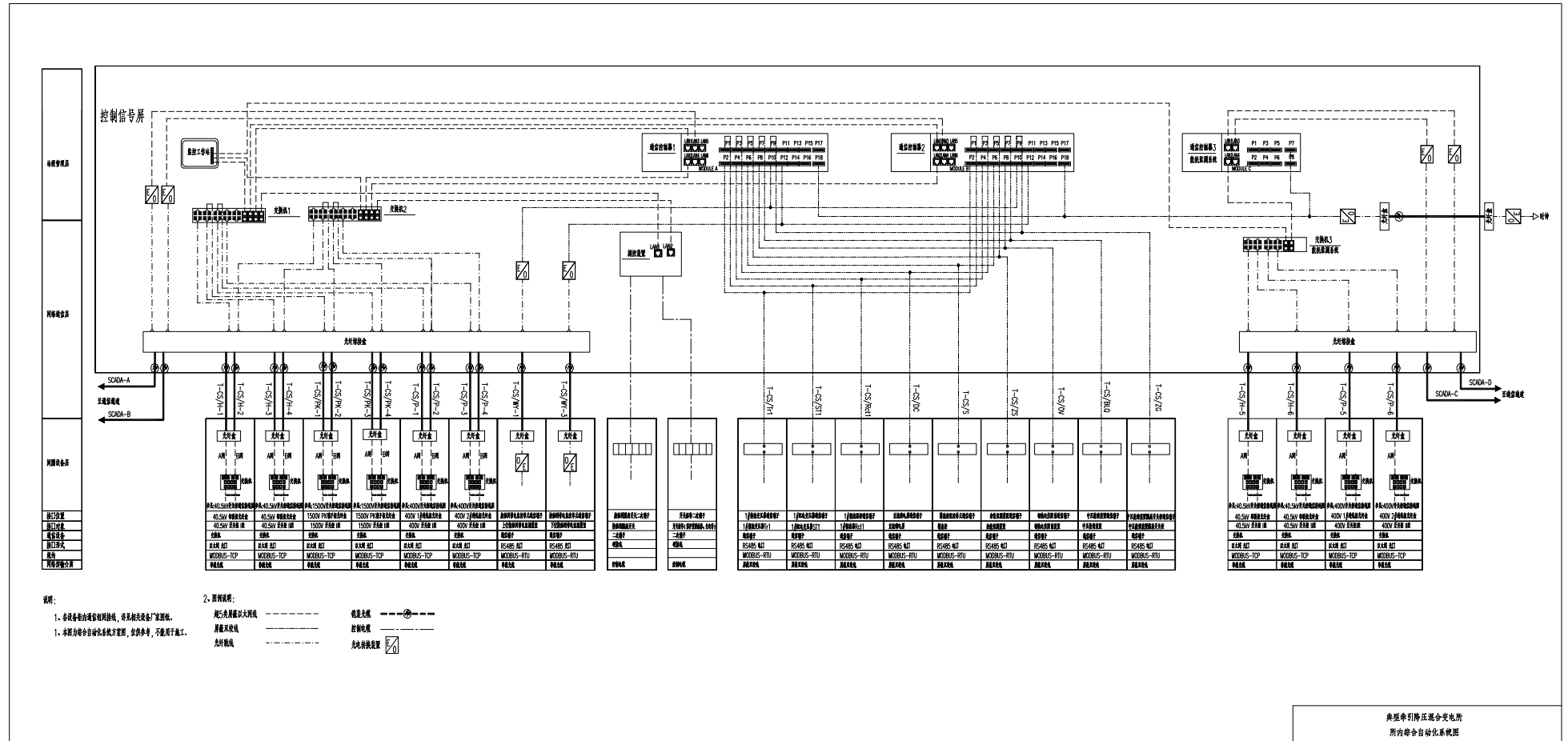
2) 采用单模光纤通信，含光纤熔接盒、尾纤、电源转换模块等。与通信有关的光电转换模块数量需设计联络阶段结合通信专业具体要求确定，以施工设计图纸为准。

3) 采用远程通信如需单模以太网光电转换模块时采用，每套含光纤熔接盒、尾纤、电源转换模块等，最终数量设计联络阶段与各供电设备厂家设计联络确定。

4) 控制信号屏内包含所综合自动化系统和站级能耗监测系统，投标人报价中应予以包含。

15.附图

附图 1: 典型牵引降压混合变电所综合自动化系统构成方案图



[illegible]

