

技术参数:

一、10KV户外箱式变电站 电气设备高、低压系统图:

设计说明

1 概述

1.1 项目概况

本设计内容为《罗盘基隧道地埋变供电系统改造项目》，三福高速为2004年通车，现已运营20年，罗盘基隧道洞内埋地式组合箱变，因工作年限久，长期埋地环境潮湿，开关机械部分锈蚀老化无法正常使用。本项目拟对罗盘基隧道地埋变供电系统进行改造。

1.2 设计内容

（1）罗盘基隧道洞内照明地埋式组合箱变进行拆除，增设三明侧和福州侧组合箱变各一组，低压互备，向隧道洞内照明用电进行供电。

2 改造方案

2.1 校核隧道洞内照明用电功率，计算2022年隧道照明智能化提升改造工程洞内照明实际功率。

2.2 对洞内照明用电地埋式组合箱变进行拆除，并运送至指定位置。

2.3 罗盘基洞口三明侧和福州侧各设置一组组合式箱变，箱变各设置变压器两台，采用低压互备方式对隧道洞内原照明用电进行供电。各照明回路按实际功率进行配置。

2.4 不改造原隧道照明配电箱，增设电力电缆，采用耐火电缆，向洞内照明配电箱由洞口组合式箱变向隧道照明配电箱进行供电。

3 主要设备技术指标

3.1 户外箱式成套变电站

（1）技术标准（不仅限于如下）：

《额定电压 1kV 以上 52kV 及以下交流金属封开关设备和控制设备》 IEC298

《高压交流负荷开关 熔断器组合电器》 GB 16926-2009

《3.6kV~40.5kV 高压交流负荷开关》 GB 3804-2004

《高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法》 GB 11023-1989

《高压开关设备常温下的机械试验》 GB/T 3309-1989

《高压试验方法》 GB 311-1997

《额定电压 1kV(Um=1.2kV)到 35kV(Um=40.5kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第 4 部分：额定电压 6kV(Um=7.2kV)到 35kV(Um=40.5kV)电力电缆附件试验要求》 GB 12706.4-2008

《3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》 GB 3906-2006

《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》 GB 11022-2011

（2）环境条件：

环境温度：-10~70℃；

相对湿度：<95%（20℃时）

（3）箱体

1）户外箱体外壳用不小于 2mm 覆铝锌板，按终身使用设计,防护等级不低于 IP33, 保证户外运行条件。

2）门、面板和房顶采用不小于 2mm 厚的覆铝锌钢板，外表面可另敷设必要的装饰材料，箱体零件应为钣金构件，相互之间为铆接或螺栓连接，不得采用焊接，薄弱位置及柜门应增加加强筋。箱体、柜门及铰链应有足够的机械强度，在起吊、运输、安装中不得变形或损伤。

3）顶盖设有通风口，并配备通风风机。进风口设在箱体面板处，出风口设在箱体顶部，并隐藏于房檐下面；形成自下而上的空气流，使箱体具有良好的通风效果；风机可根据箱体内设定的温度控制器上下限筏值自动进行运行和停止，以保证箱内器件可靠运行；顶盖设有排水倾角。箱体设有电缆进线口的密封式地板，防止电缆沟内的潮气进入箱体内。

4）箱体顶盖应有坡度，顶盖不应积水，柜体外无外露可拆卸的螺栓。

5）箱体颜色为墨绿色。

3.2 变压器

（1）主要组成部分

1）树脂浇注干式变压器器身；

2）配套：冷却风机、温控箱、温度检测装置(数字式)；

3）不锈钢外壳。

（2）技术参数

1）容量：见施工图

- 2) 额定电压：10/0.4kV；
- 3) 频率：50Hz；
- 4) 相数：3 相；
- 5) 绝缘等级：F
- 6) 绝缘水平：工频耐压 35kV，雷电冲击电压 75kV；
- 7) 防护等级：IP3x；
- 8) 分接范围：按 7 档设计，-7.5%、 -5%、-2.5%、0%、2.5%、5%、7.5%
- 9) 联结方式：D，yn11
- 10) 冷却方式：风冷
- 11) 调压方式：无载调压

3.3 主要设备技术指标详《福建省高速公路机电工程隧道通风、照明、消防及沿线供配电系统供货与安装合同（ED） 招标文件技术规范（2016 年版）》，本设计文件中所有型号标注均仅作为设备技术性能、参数的简化表达，不作为设计方对产品生产商、供应商的推荐。

4 施工要点

- 1) 设备内部零件安装和机壳一律不准使用自攻螺丝。金属机件用的紧固件螺孔、螺丝应使用不锈钢材料，涂上适当的密封剂。所有使用的紧固件应符合中华人民共和国国家标准。
- 2) 模块和电路板应准确、安全就位，而且易于拆卸和更换。
- 3) 布线时，电源线和信号线应保持一定距离。所有布线须用线夹、线座、线扎、线捆或其它方式予以固定。当布线线路通到有尖角处，必须用金属环行材料予以保护。
- 4) 所有的光、电缆要做清晰的编号标记，用以接续和检查回路。电缆在端处要配有标签。
- 5) 所有设备的进线孔应安装衬垫，以保证在电缆扭动时不影响设备的密封性能。
- 6) 需接续的电缆，其接续点应在机箱内。
- 7) 电缆通过电缆孔洞、电缆管道和类似的地方时要密封，防止害虫和雨水进入。
- 8) 设备安装完成后，应按照相关的技术标准和规范进行调试，在调试过程中，每项试验应作好记录，并及时处理安装中系统出现的问题，编写好调试报告。
- 9) 有关设备内部、外部接口都应符合 ITU、EIA、IEEE 等国际通用标准。

10) 基础的施工与验收均按“建筑地基基础工程施工质量验收规范”（GB50202-2002），“钢结构工程施工质量验收规范”（GB50205-2001）及“建筑工程质量检验评定标准”（GBJ301-88）等有关要求实施。

11) 本施工图设计只是满足硬件设备的安装、配线配缆等安装施工；关于各设备的功能、性能、技术指标以及测试验收等内容及要求必须符合《福建省高速公路机电施工招标范本》（2016 版）中的规定，因此项目开通验收还应遵照上述相应文件。

12) 施工单位在施工前要严格履行有关部门审批手续，经审核具备施工条件后方可施工。

5 施工安全

5.1 公路工程涉安要求

1) 公路工程施工应按《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）以及其他现行有关标准、规定要求制定相应的安全技术措施。公路工程的特殊性，要求施工人员必须提高安全意识，保证在施工时每个人都配发反光工作服、安全帽等。

2) 在已通车运营公路内进行施工作业，必须按有关规定办理施工审批手续。施工作业时应按《道路交通标志和标线 第 4 部分：作业区》（GB 5768.4-2017）、《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）以及其他现行有关标准、规定进行施工作业控制区布置、安全设施布设和安全作业管理。

3) 涉铁路段施工前，应按《福建省高速铁路安全管理规定》及其他现行规定要求征求铁路建设单位或者铁路运输企业意见。

4) 起重吊装应按现行《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》（JGJ 276）、《起重机械安全规程 第一部分：总则》（GB 6067.1）等有关规定执行，要设置好必要的警告标志、反光标志，避免发生高空坠落或机械伤害等事故。

5) 贯彻落实闽交建[2021]9 号文“福建省交通运输厅关于开展淘汰公路水运工程危及生产安全施工工艺、设备和材料工作的通知”精神，各公路水运工程项目在规定的实施期限后，全面停止使用本《目录》所列“禁止”类施工工艺、设备和材料，不得在限制的条件和范围内使用本《目录》所列“限制”类施工工艺、设备。

6) 在进行防雷接地极等打入、钻（挖）孔施工作业前，应核查施工段落下方是否存在地

下管道（供电管道、通信管道、供排水管道、燃气管道等），以及下穿公路隧道、铁路隧道、通道、涵洞等构筑物顶部埋土深度是否满足规范和设计文件要求，当存在地下管道、埋土深度不足的构筑物影响时，应调整设置位置或其他处理方式（如：护栏立柱设置混凝土基础）。

7）外场设备等基础开挖施工时，应核查施工段落下方或平行间距小于规范要求的地下管道（供电管道、通信管道、供排水管道、燃气管道等），以及下穿公路隧道、铁路隧道、通道、涵洞等构筑物顶部埋土深度是否满足规范和设计文件要求，当存在地下管道、埋土深度不足的构筑物影响时，应调整设置位置。

8）外场设备、门架、立柱等安装、调试需要高处作业应按现行《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80）等有关规定执行。

9）高压线下方不得进行起重吊装作业。需要起重吊装作业的交通标志不得设置于高压线下方，施工现场发现该情况，应对相关设施进行移位设置。

10）各项目施工时，涉及储存、搬运、使用氧气瓶、乙炔瓶，应按现行《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90）、《焊接与切割安全》（GB 9448）等有关规定执行。

11）应随时接受管理部门的检查，发现施工过程中存在交通隐患及时告之施工单位，要求其立即整改，确保施工路段的交通安全。

12）施工时现场的警告标志、标牌设置必须符合国家标准，施工期间要及时修复受损的标志、标牌，及时清除道路上的各种障碍物。

13）施工过程中产生的土石和施工垃圾应合理处置，施工完成后应还原沿线被破坏的绿化及相关场地。

5.2 现场管理安全措施

- 1）严格施工现场管理制度，进入施工现场必须戴好安全帽及佩带工作证。
- 2）现场挂设安全标志布置总平面图，并按安全标志布置总平面图设置安全标志。
- 3）施工临时用电必须严格遵守《施工现场临时用电安全技术规范》（建设部 JGJ46-2005）的有关要求。现场电动机械必须接地、接零，一机一闸一漏电，开关必须有箱有锁中途停电或下班时，必须关闸断源，关箱加锁；电动机械出故障，必须断电源，停机修理，不准在运

行中排障，机械更不准带病运行；非经安排操作机电的人员不准擅自乱动一切机电设备。

- 4）施工现场安全管理还应符合公路工程施工监理规范相关安全规定。

5.3 施工安全准备

1）建立安全生产责任制，并作具体化签证及文字化。分为项目经理生产责任制、工长生产责任制、质安员生产责任制、班组长生产责任制、工人生产责任制、特殊工种生产责任制、防火小组责任制、文明施工责任制。

2）签订安全生产合同。合同内容：应包括甲、乙双方的责任、工人进入工地应做安全生产、文明施工、伤亡率、安全施工检查、文明施工检查的标准，进入工地现场应遵守的安全规章制度及法规、技术交底。安全生产指标、奖罚制度等。注明合同有效日期，甲、乙双方经办人签证。

3）制定各项工种、工具的安全操作规程及管理制度，安全操作规程的制度。参加人员应为工人、施工员、质安员、项目经理。工具操作规程应由工人、施工员、质安员、机电工、项目经理制定。操作规程应参考工程报建时的操作规程标准及工地的因素制定，并将操作规程打印好，张贴在工地的显眼处。

4）安全生产目标管理。管理目标的分解：伤亡控制指标、安全达标目标、文明施工达标目标。责任目标考核办法：考核的内容和标准及考核办法，考核的奖罚措施。

5）施工组织设计，施工组织设计方案安全部分应具备以下内容：施工安全措施、用电安全措施、防火安全措施。

5.4 分部（分项）安全交底

1）施工前，分别对基础工程、钢筋工程、模板工程、钢结构工程、脚手架架搭设和拆除工程、电焊工操作、气焊工操作、现场临时用电等分项逐级进行安全技术教育及交底，落实所有安全技术措施和人身防护用品。

2）高处作业、临边作业中的安全带、标志、工具、仪表、电气设施和各种设备，必须在施工前加以检查，确认其完好，方能投入使用。

3）攀登和悬空高处作业人员以及搭设高处作业安全设施的人员，必须经过专业技术培训，专业考试合格后方可持证上岗，并必须定期进行体格检查。

4) 施工中高处作业的安全技术设施，如发现有缺陷和隐患时，必须及时解决；危及人身安全时，必须停止作业。

5) 施工作业场所有坠落可能的物件，应一律先行撤除或加以固定。高处作业中所用的物料，均应堆放平稳，不妨碍通行和装卸。工具应随手放入工具袋；作业中的走道、通道板和登高用具，应随时清扫干净；拆卸下的物件及余料和皮料均应及时清理运走，不得任意乱置或向下丢弃。传递物件禁止抛掷。

6) 因作业必须临时拆除或变动安全防护设施时，必须经施工负责人同意，并采取相应的可靠措施，作业后应立即恢复。

7) 分部分项施工安全还应符合公路工程施工监理规范相关安全规定。

8) 未尽之处按照国家《建筑安全施工统一规范》和 JTJ 076《公路工程安全施工技术规范》执行。

6 环境保护

在施工时，应严格按交通部有关规范科学组织施工。

施工时应防止施工机械漏油，注意残油、废油的回收和处理。

施工营地离河岸至少在 200 米以上，生活垃圾及时集中并运送垃圾站处理，生活污水经沉淀池过滤后排放。

要注意保护自然资源及生态环境，发现文物、化石等，应立即停止施工并及时通知有关文物保护单位。

施工机械的使用时间应作合理安排，噪声高的施工机械安排在白天施工，离居民点、学校等敏感区较近的场所应避免夜间 22 点至第二天 6 点作业，尽量降低对周围居民的噪声污染。

施工期间应采取积极的措施尽量降低因烟尘、废气引起的大气污染，施工便道应经常洒水。

主要材料数量表

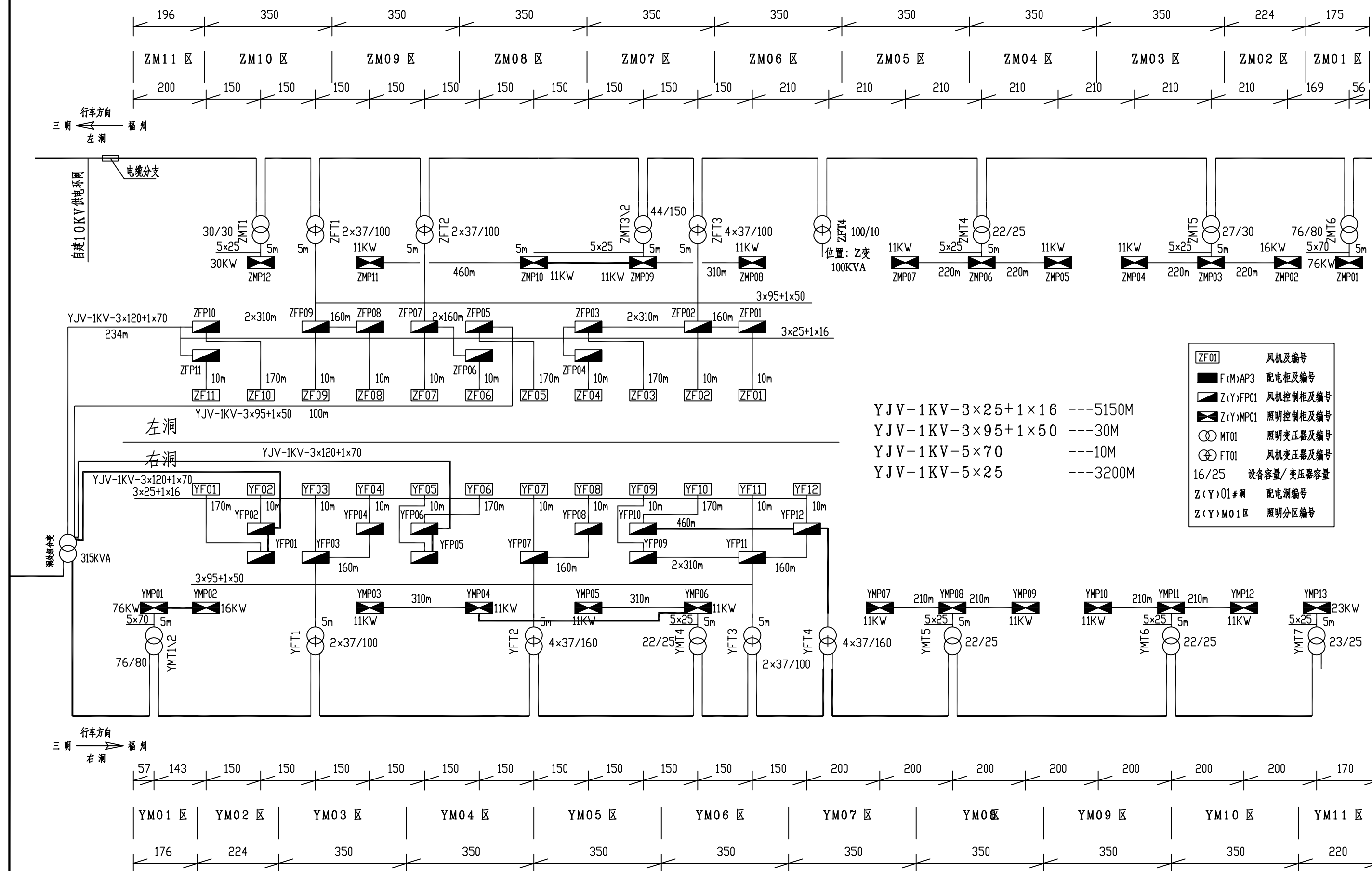
罗盘基隧道地理变供电系统改造项目

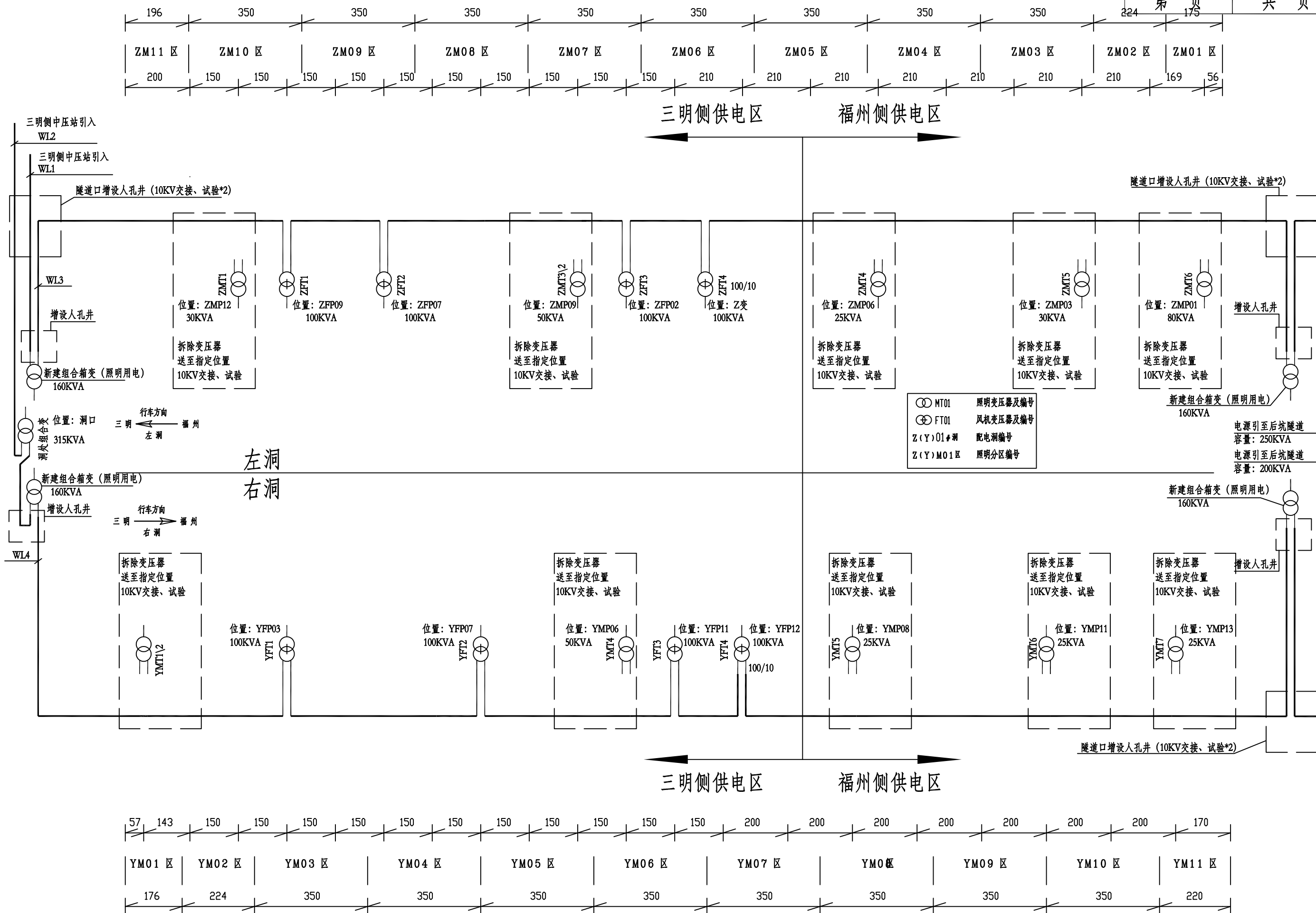
序号	设备材料名称	主要规格或型号	三明侧	福州侧	单位	合计	备注
1	10KV户外箱式成套变电站						
1.1	户外箱式成套变电站	2×160KVA 详系统图	1	1	座	2	为组合式配电系统，采用欧式变，含高低压系统、变压器、电缆接线
1.2	箱式成套变电站基础		1	1	座	2	含接地系统
1.3	其他安装所需辅材		1	1	项	2	
2	地埋变改造						
2.1	原照明地埋变拆除及运送指定位置		4	6	项	10	
2.2	10KV电缆交接、试验		4	6	项	10	含电缆终端头和中间接头
2.3	其他安装所需辅材		1	1	项	2	
3	10KV电力电缆						
3.1	10KV交联电力电缆	YJV-8.7/10KV-3x70	200	200	米	400	按实计量，含电缆终端头和中间接头
3.2	其他所需辅材		1	1	项	2	含安装辅材，按实计量
4	低压电力电缆						
4.1	低压耐火电缆	NH-YJV-0.6/1KV-4x25	2220	1960	米	4180	
4.2	低压耐火电缆	NH-YJV-0.6/1KV-4x35	1450	2850	米	4300	
4.3	低压耐火电缆	NH-YJV-0.6/1KV-4x50	1590	280	米	1870	
4.4	低压耐火电缆	NH-YJV-0.6/1KV-4x70	30	30	米	60	
4.5	低压耐火电缆	NH-YJV-0.6/1KV-4x95			米	0	
4.6	其他所需辅材		1	1	项	2	含安装辅材，按实计量
5	其他						
5.1	电缆沟水泥开、包封		1	1	项	2	隧道双洞总长6815米，单侧3408米，按实际计量
5.2	12#人孔井	详大样图	3	4	口	7	按实计量
5.3	G100镀锌钢管		400	400	米	800	埋地敷设、按实计量
5.4	安全布控		1	1	项	2	

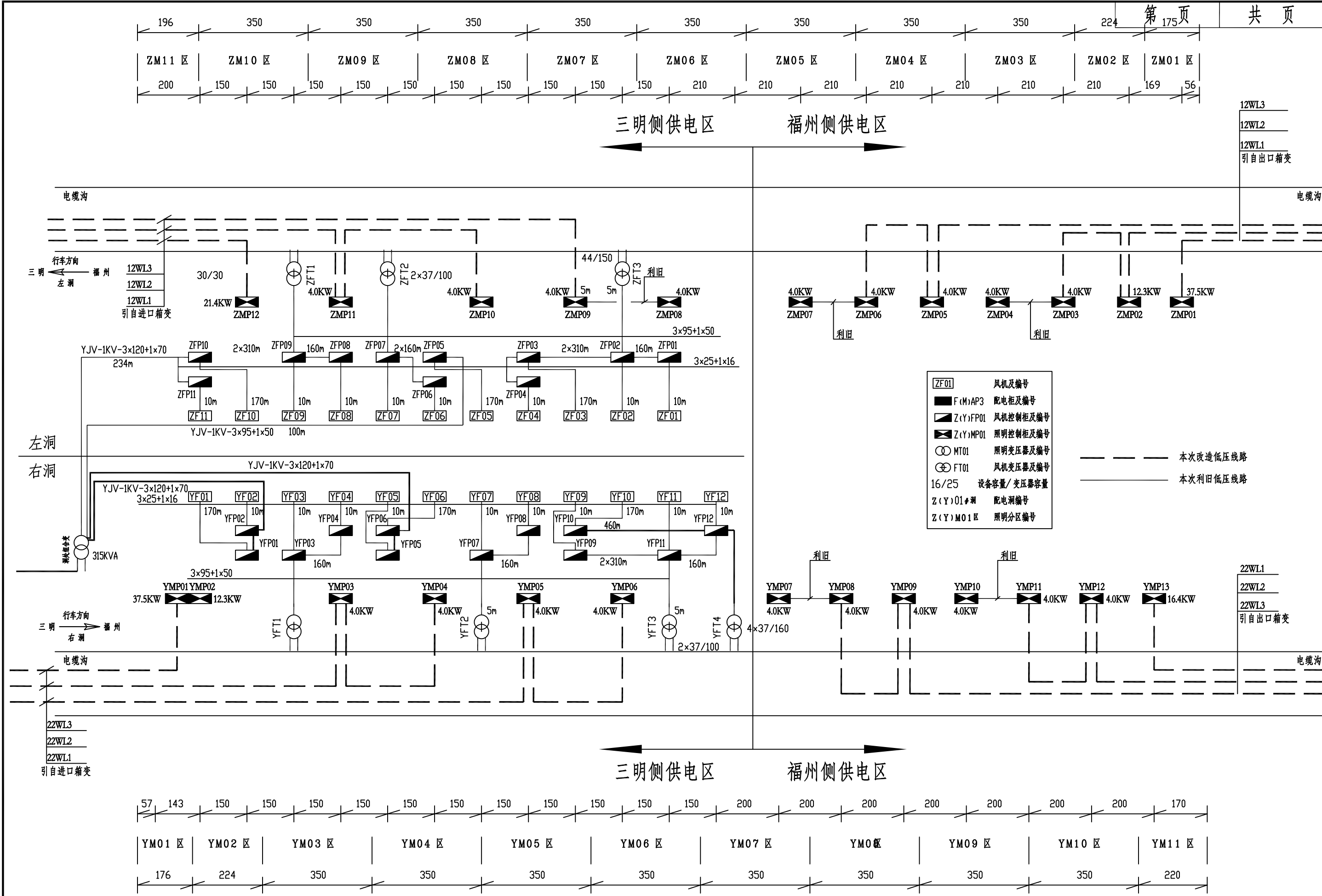
编制：

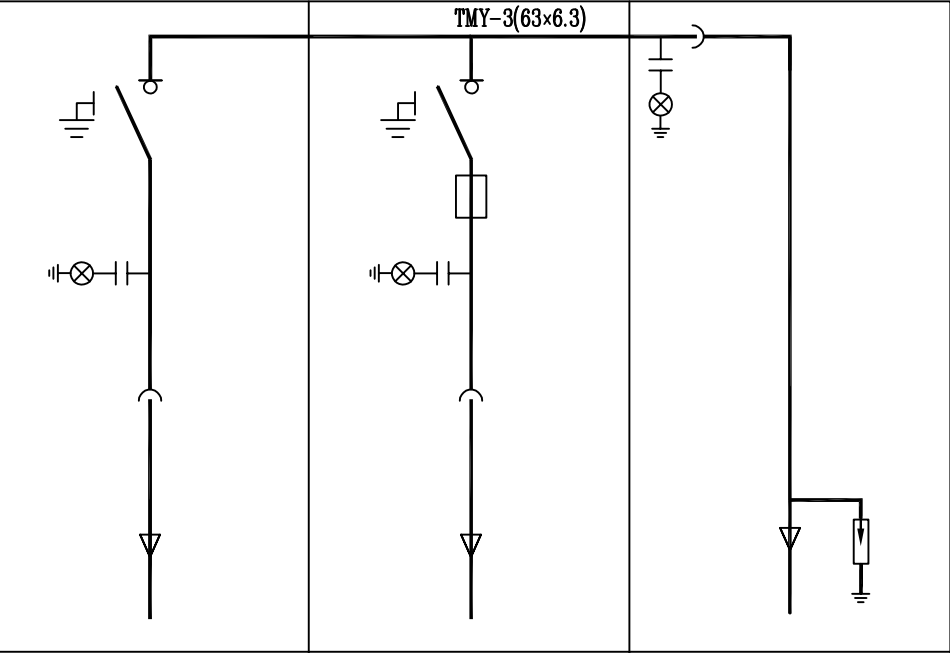
复核：

审核：

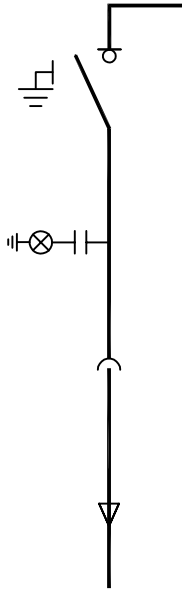
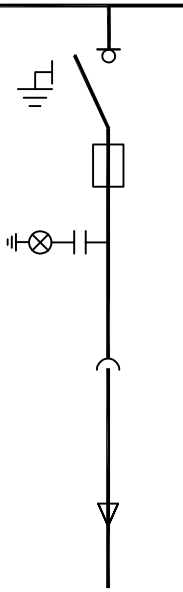
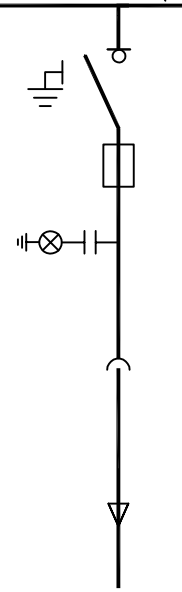
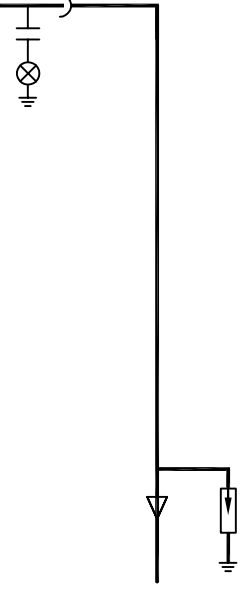




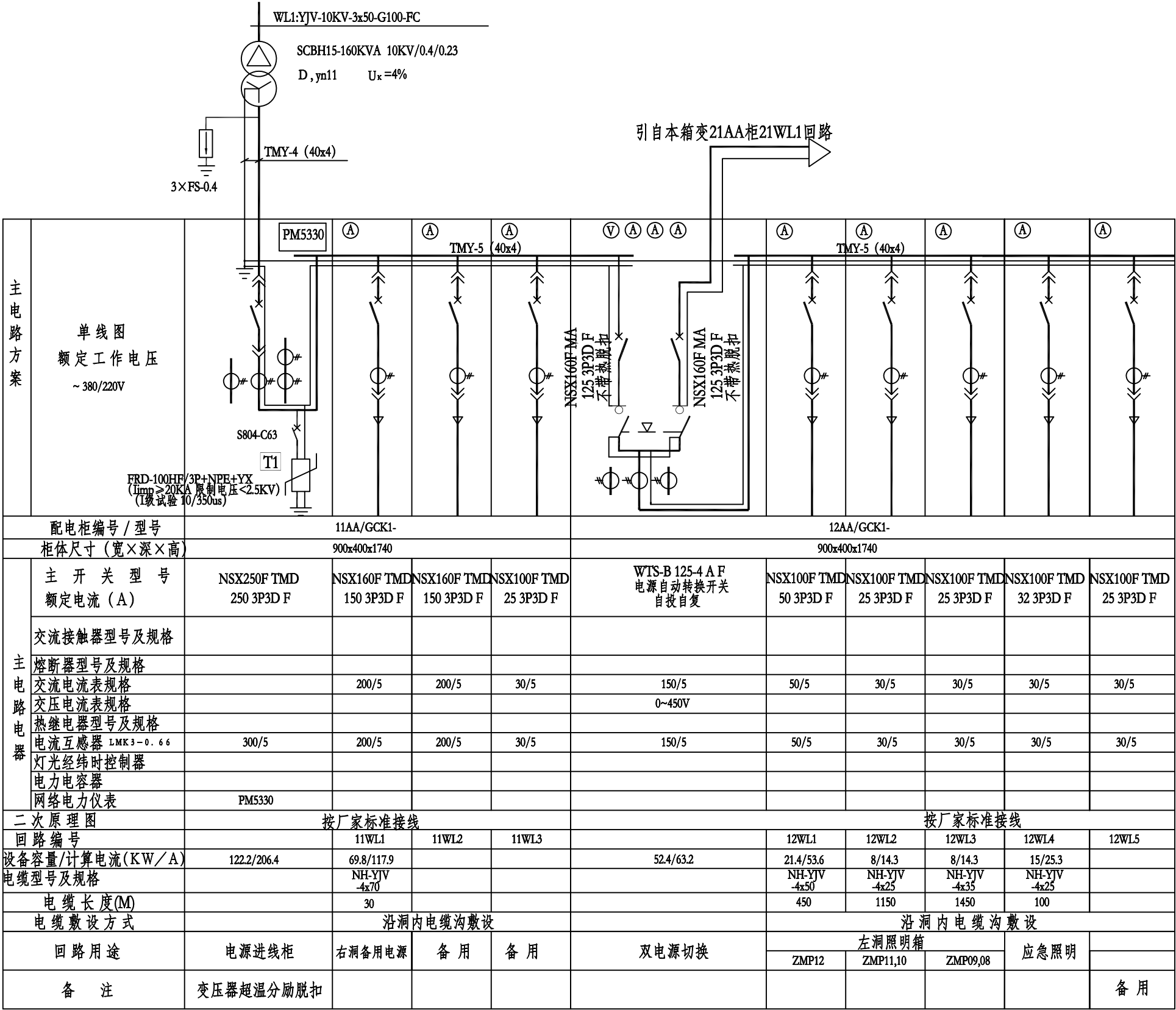


一次线路方案 额定电流630A			
高压开关柜编号/型号	RM6	RM6	RM6
额定电流	630A	630A	630A
高压熔断器		10/20-25KA	
负荷开关额定电流(A)	630A 20kA(手动)	630A 20kA(电动) 带分励脱扣	
接地开关	1	1	
操作机构			
高压带电显示器	DXN-Q	DXN-Q	DXN-Q
高压熔断器			
多功能数显表			
电压互感器			
电流互感器		20/5A 0.5	100/5/5A 0.5
高压避雷器			17/45 3
零序电流互感器			
故障指示器	EKE-2 1	EKE-2 1	
宽X深X高(mm)	680x752x1780	680x752x1780	360x752x1780
设备容量(KVA)	1010	160	1170
计算功率(KW)		111.2	
计算电流(A)	58.3	9.2	67.5
电缆规格/保护管径	YJV-10kV-3x70/G100-FC	YJV-10kV-3x70/G100-FC	进线详中压系统
用途	引至罗盘基隧道左洞、后坑隧道、官洋服务区	罗盘基隧道进口箱变TM1变压器	10KV电源进线柜
回路名称	WL3	WL1	

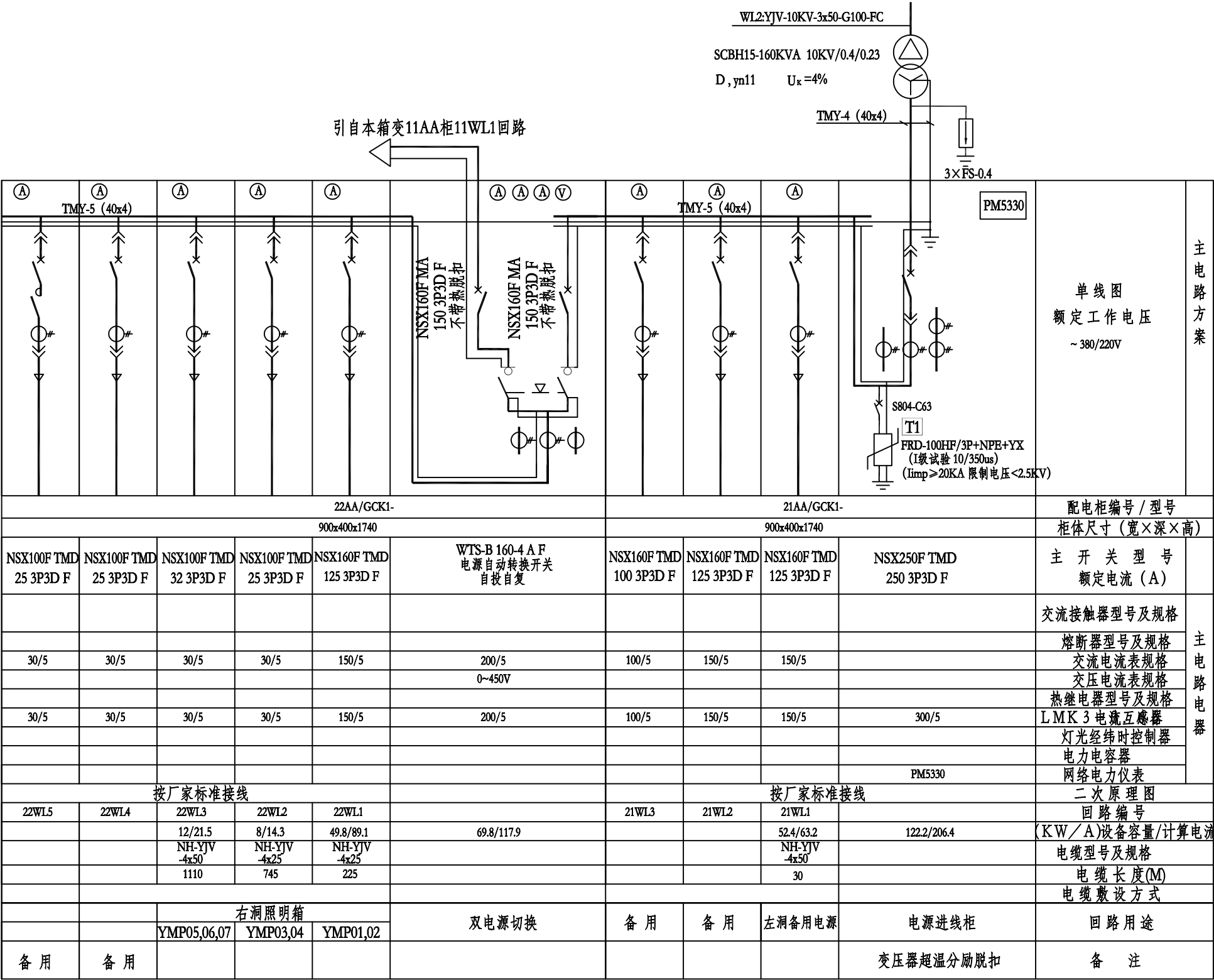
说明：柜体尺寸可由中标厂家确定。

一次线路方案 额定电流630A									
		TMY-3(63x6.3)							
高压开关柜编号/型号	RM6		RM6		RM6		RM6		
额定电流	630A		630A		630A		630A		
高压熔断器			10/30-25KA		10/20-25KA				
负荷开关额定电流(A)	630A 20kA(手动)		630A 20kA(电动) 带分励脱扣		630A 20kA(电动) 带分励脱扣				
接地开关	1		1		1				
操作机构									
高压带电显示器	DXN-Q		DXN-Q		DXN-Q		DXN-Q		
高压熔断器									
多功能数显表									
电压互感器									
电流互感器			30/5A 0.5		20/5A 0.5		100/5/5A 0.5		
高压避雷器							17/45		3
零序电流互感器									
故障指示器	EKE-2 1		EKE-2 1		EKE-2 1				
宽X深X高(mm)	360x752x1780		680x752x1780				360x752x1780		
设备容量(KVA)	960		315		160		1435		
计算功率(KW)					111.2				
计算电流(A)	55.4		18.2		9.2		82.8		
电缆规格/保护管径	YJV-10kV-3x70/G100-FC		YJV-10kV-3x70/G100-FC		YJV-10kV-3x70/G100-FC		进线详中压系统		
用途	引至罗盘基隧道右洞、后坑隧道、官洋服务区		引至罗盘基隧道315KVA地埋变		罗盘基隧道进口箱变TM2变压器		10KV电源进线柜		
回路名称	WL5		WL4		WL2				

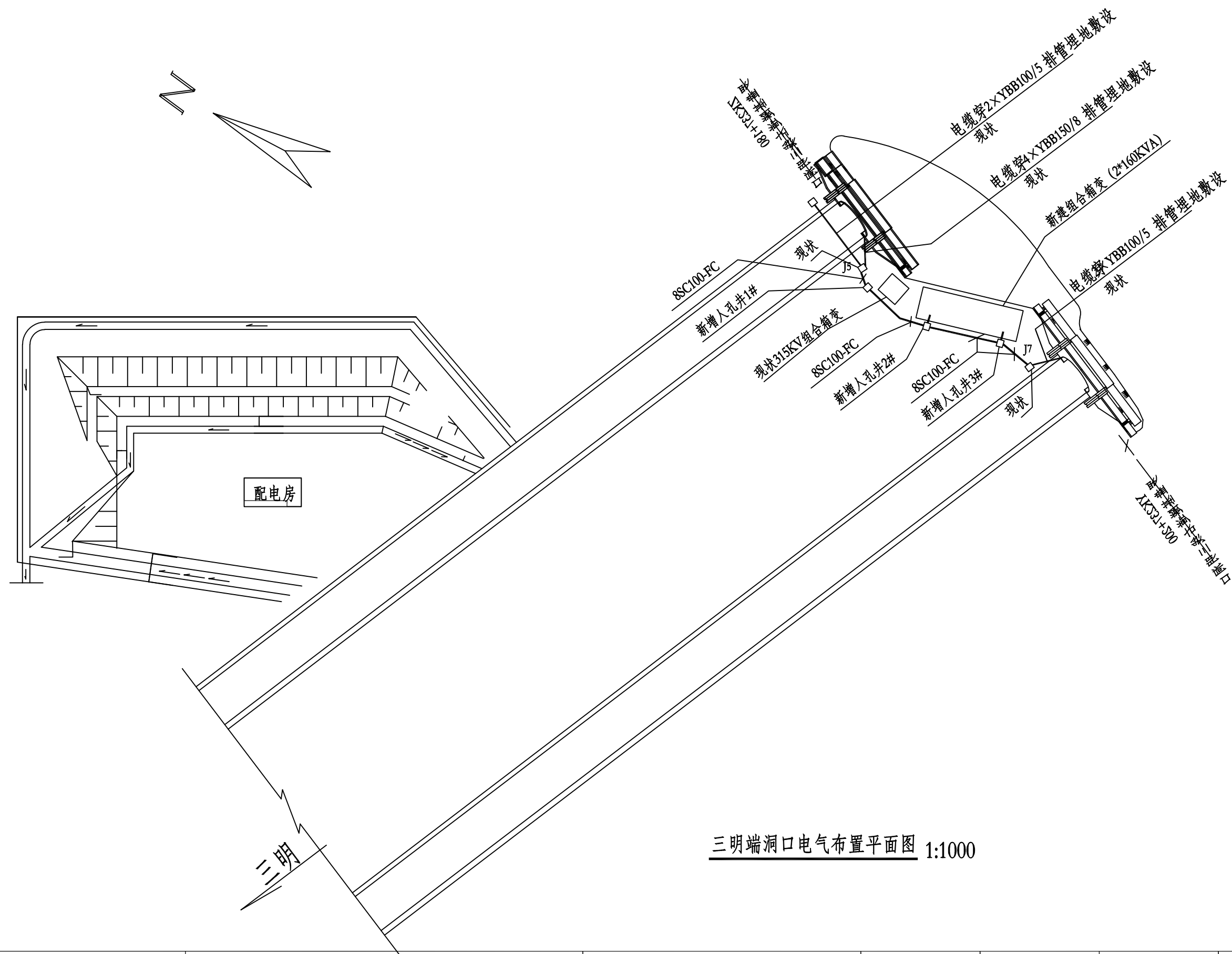
说明：柜体尺寸可由中标厂家确定。

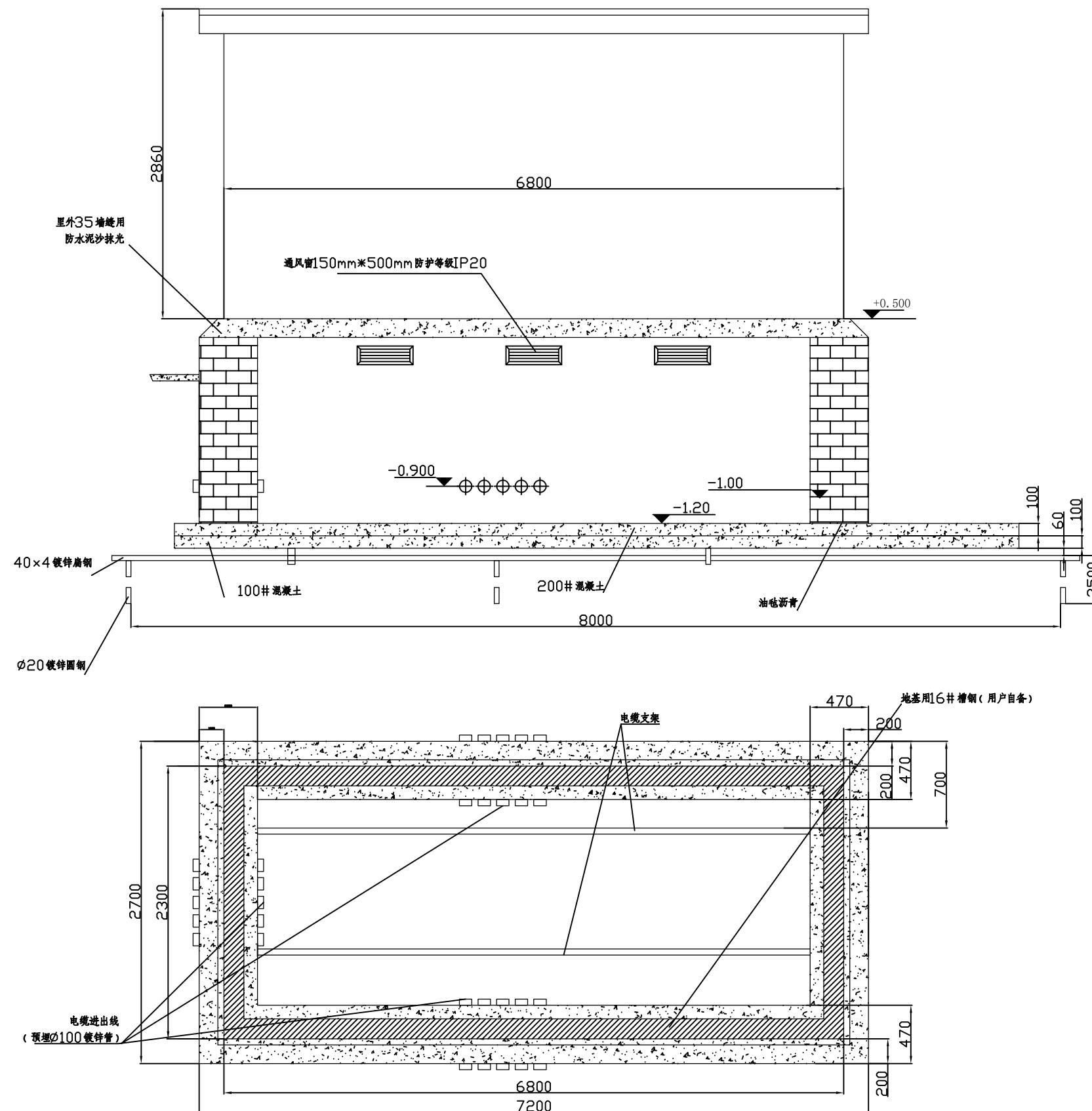


说明：柜体尺寸可由中标厂家确定。

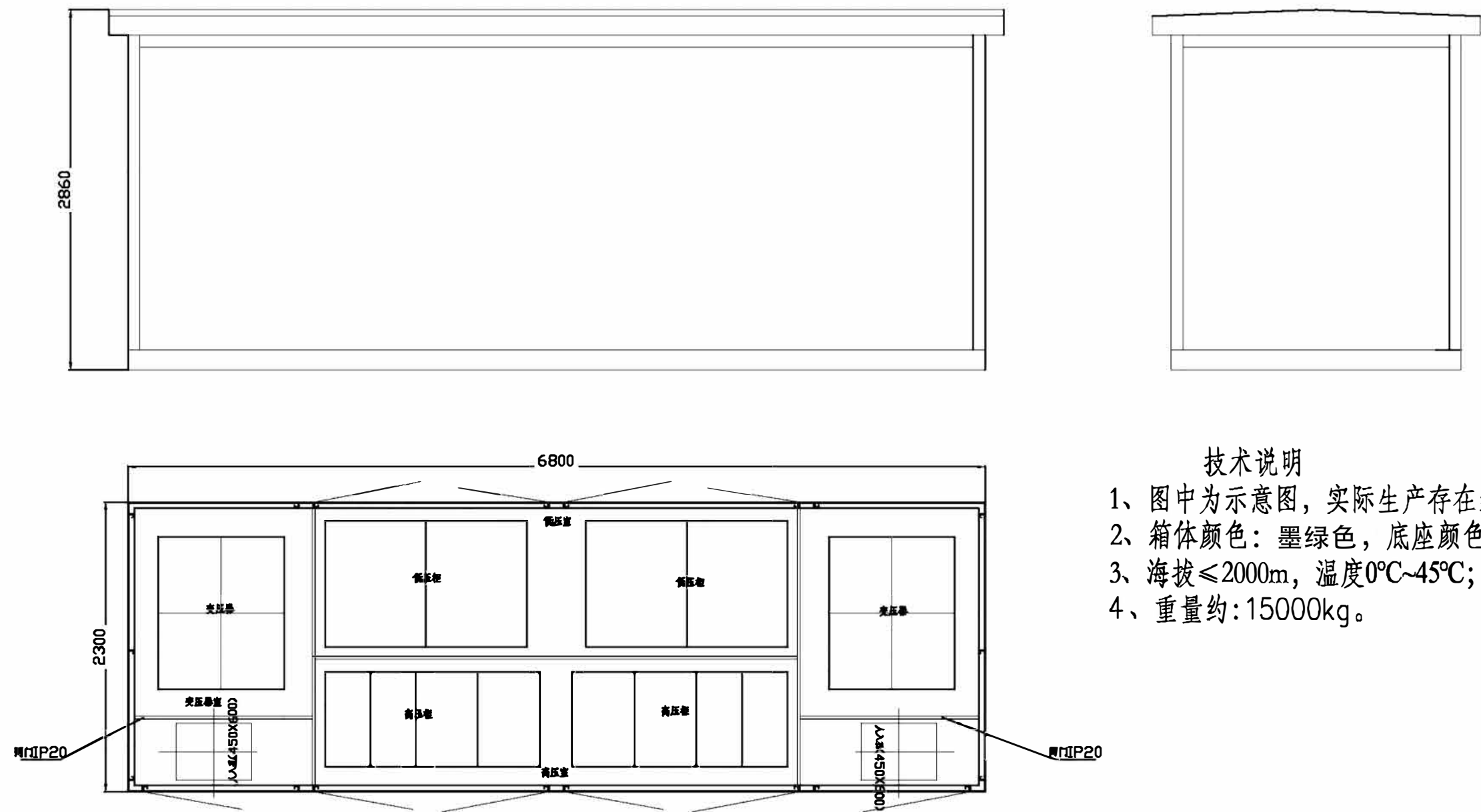


说明：柜体尺寸可由中标厂家确定。

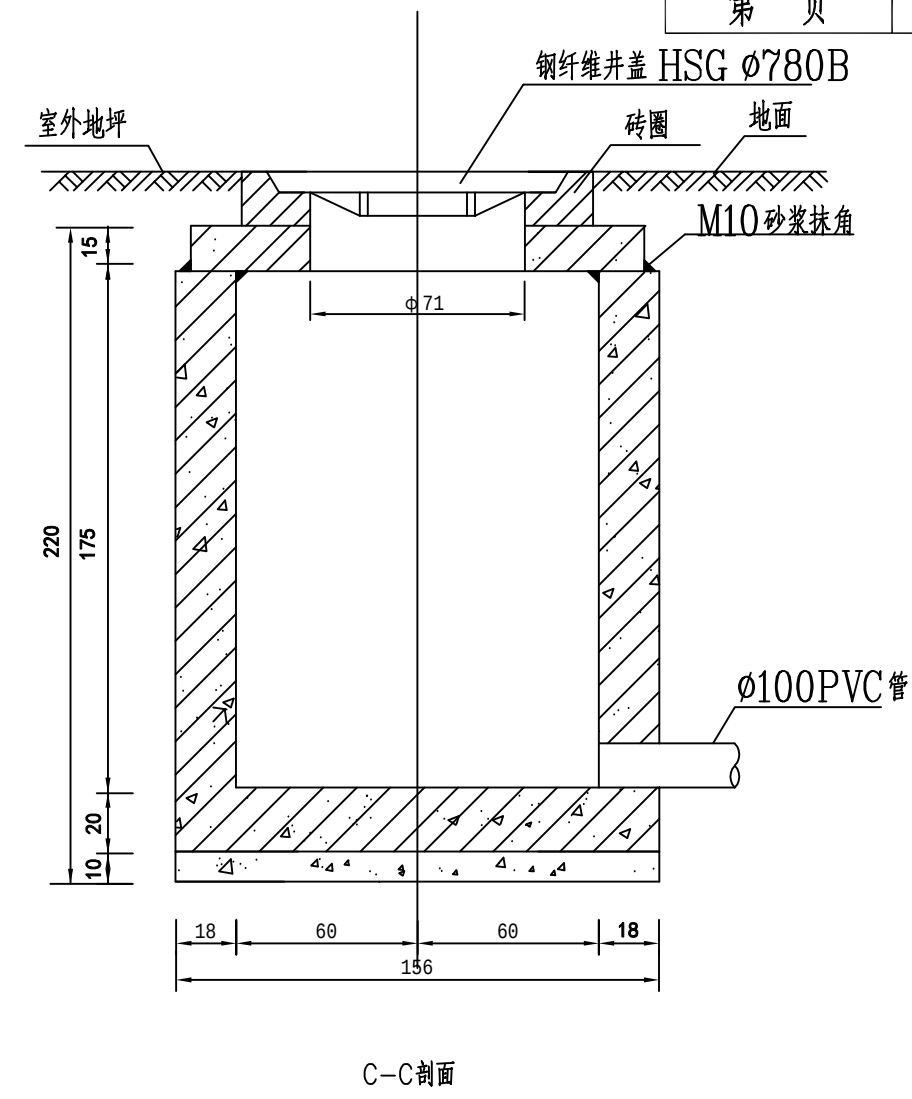
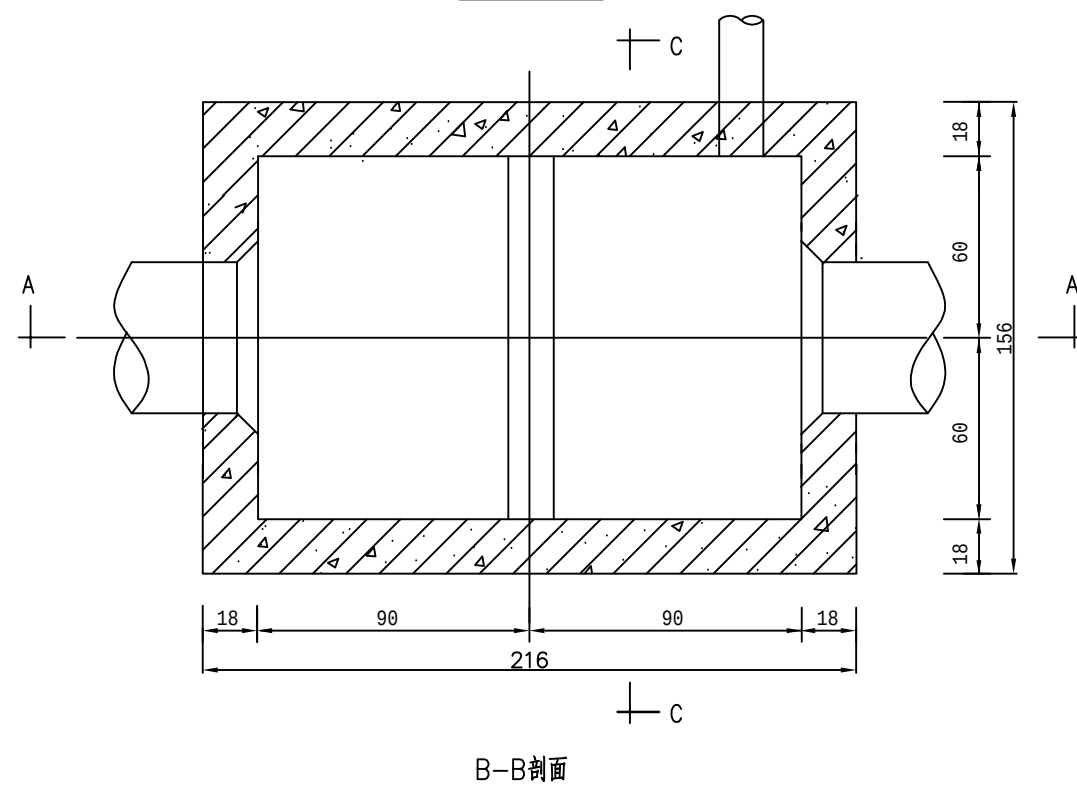
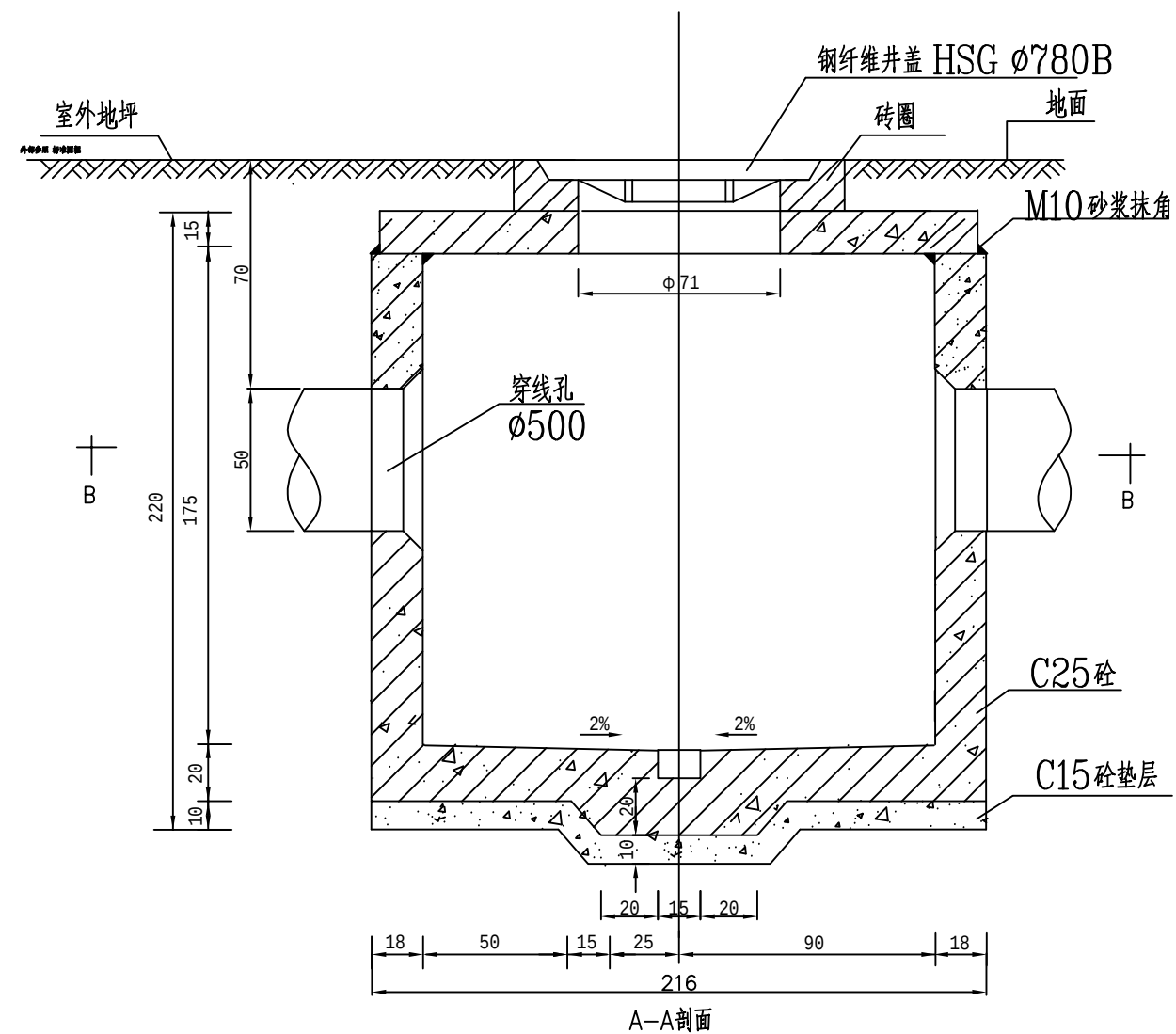




- 备注:
- 1.地基内部应有导水槽.
 - 2.基础内通往渗水坑的坡度为3%;
 - 3.箱变四周的维护通道不小于1.5米;
 - 4.要求与箱变底面接触的基台面平整光滑 $\pm 3\text{mm}$;
 - 5.接地体以水平接地体为主,垂直接地体为辅,且外绝缘闭合埋深大于2.5米;
 - 6.箱变基础预埋件应分别与接地网焊接,且焊接点不少于两处;
 - 7.接地电阻要求不大于4欧,并符合《交流电气装置的接地》规程;
 - 8.本图未表示的所有应接地的设备,都必须严格按照有关规范进行施工;
 - 9.箱变应布置在接地网的中央;
 - 10.地基需预留通风孔,否则将造成通风不良严重后果。
 - 11.箱变尺寸应根据中标厂家深化设计

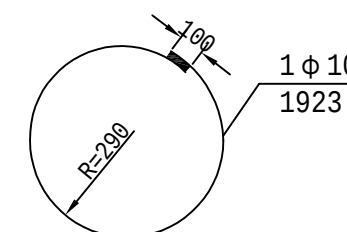


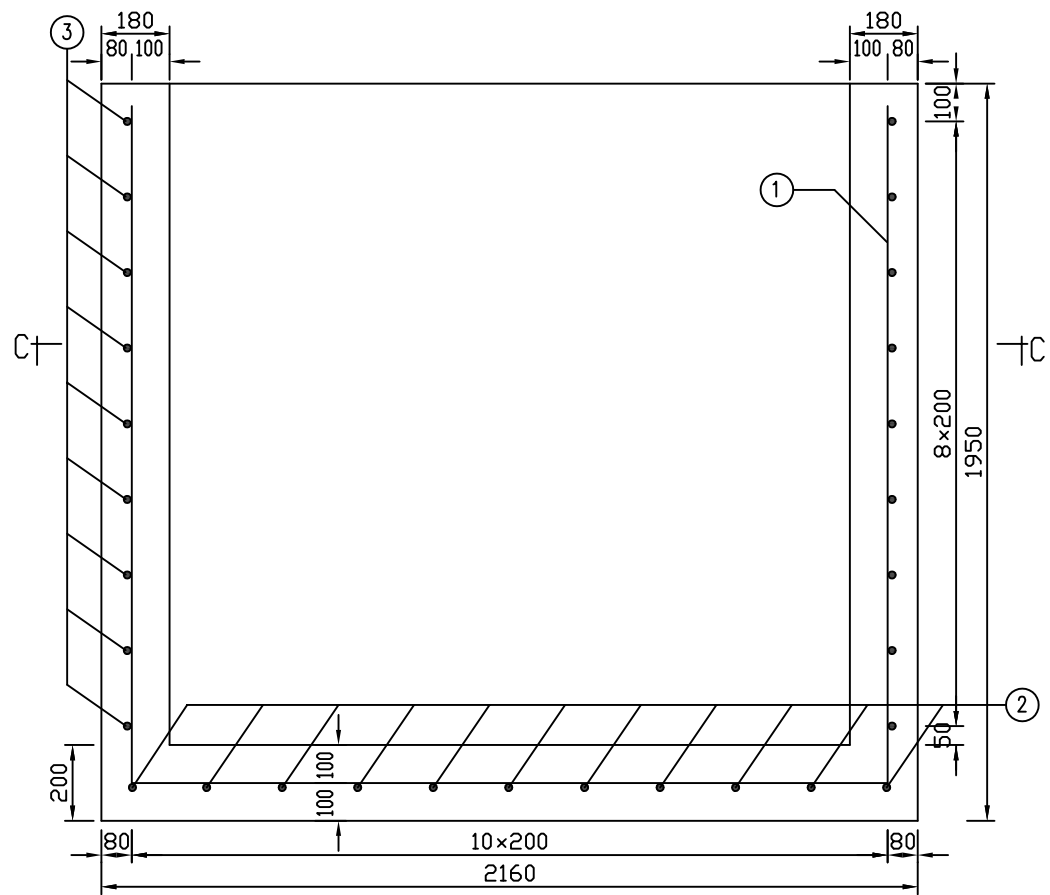
- 技术说明
- 1、图中为示意图，实际生产存在细微调整（布局尺寸不变）；
 - 2、箱体颜色：墨绿色，底座颜色RAL9017；
 - 3、海拔 $\leq 2000\text{m}$ ，温度 $0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ；
 - 4、重量约:15000kg。



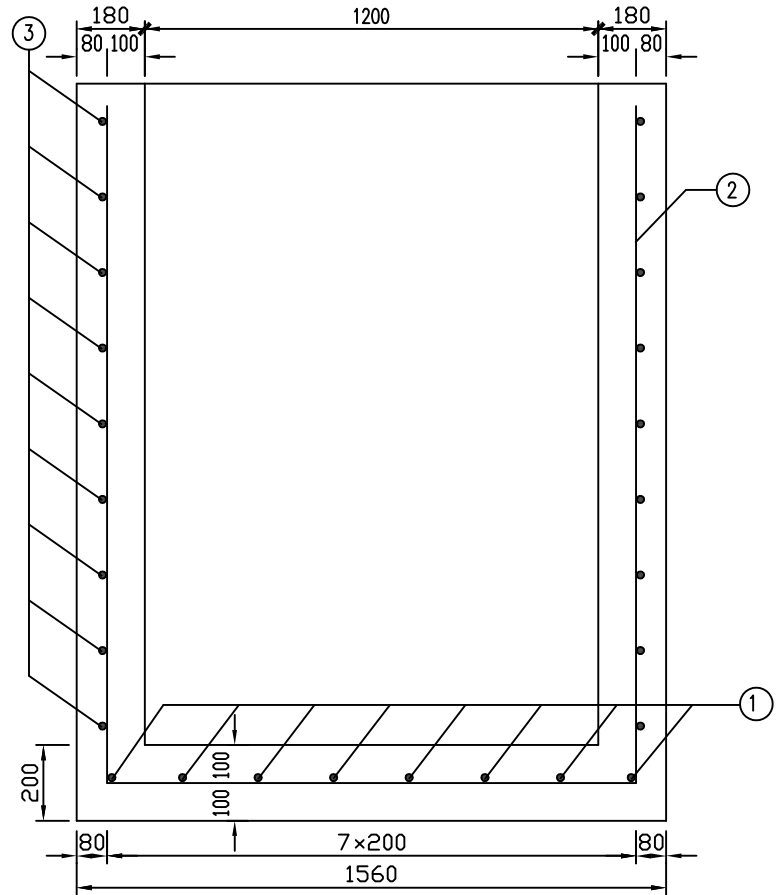
注：

1. 本图尺寸除管道规格以毫米计外，其余均以厘米计。
2. 人孔基础和孔壁采用 C30 钢筋混凝土现浇，井盖预制安装，垫层采用 C15 混凝土现浇，孔身及井盖的配筋见相关图纸。
3. 本图中穿线孔位置若与电施图不同，以电施图为准。
穿线孔处设置 $2\phi 10$ 双层环形钢筋加强，详本图大样。

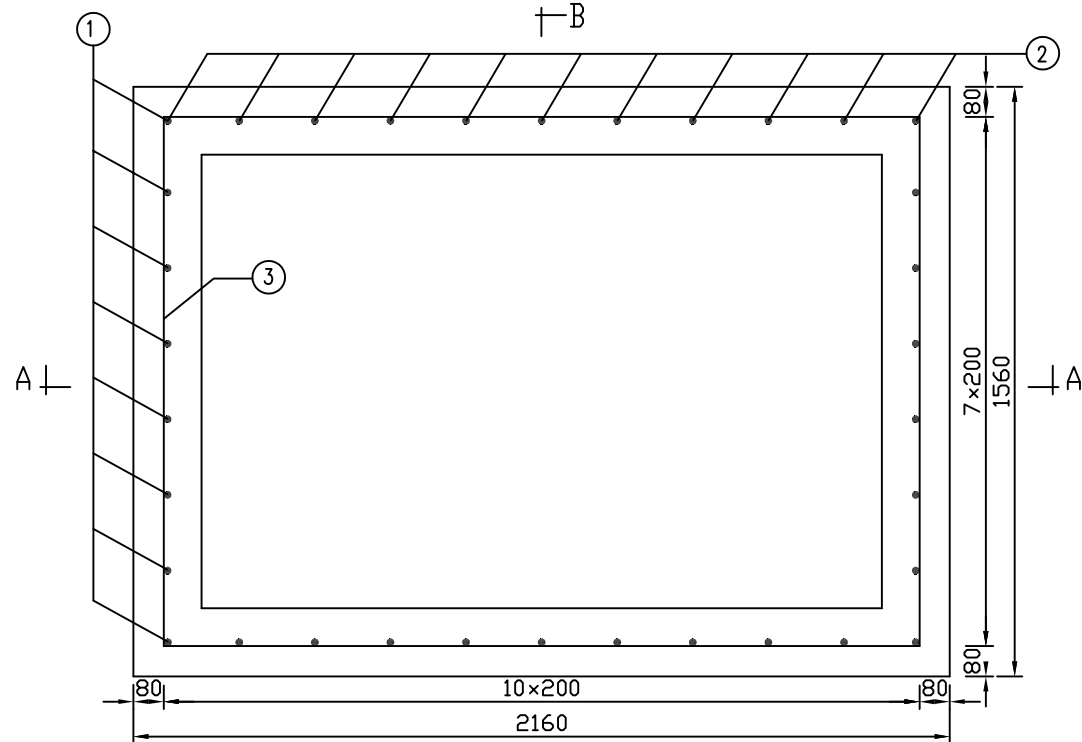




A-A



B-B



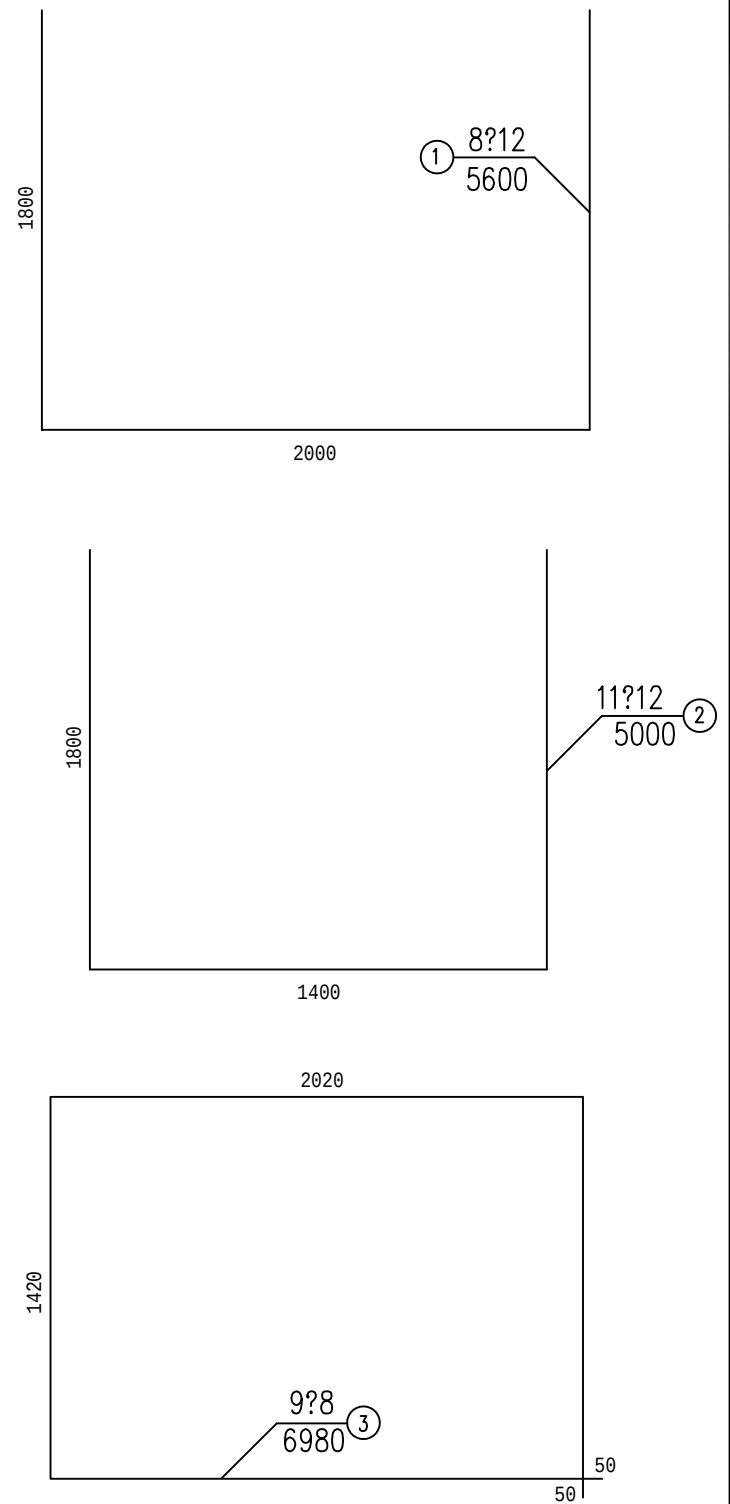
C-C

钢筋明细表

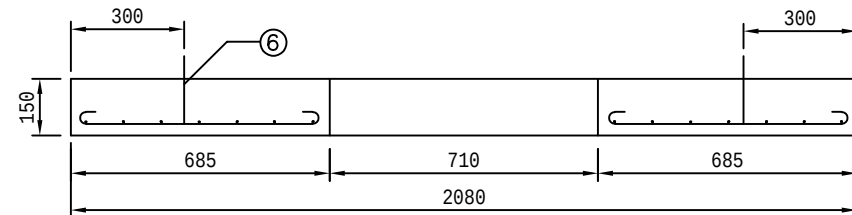
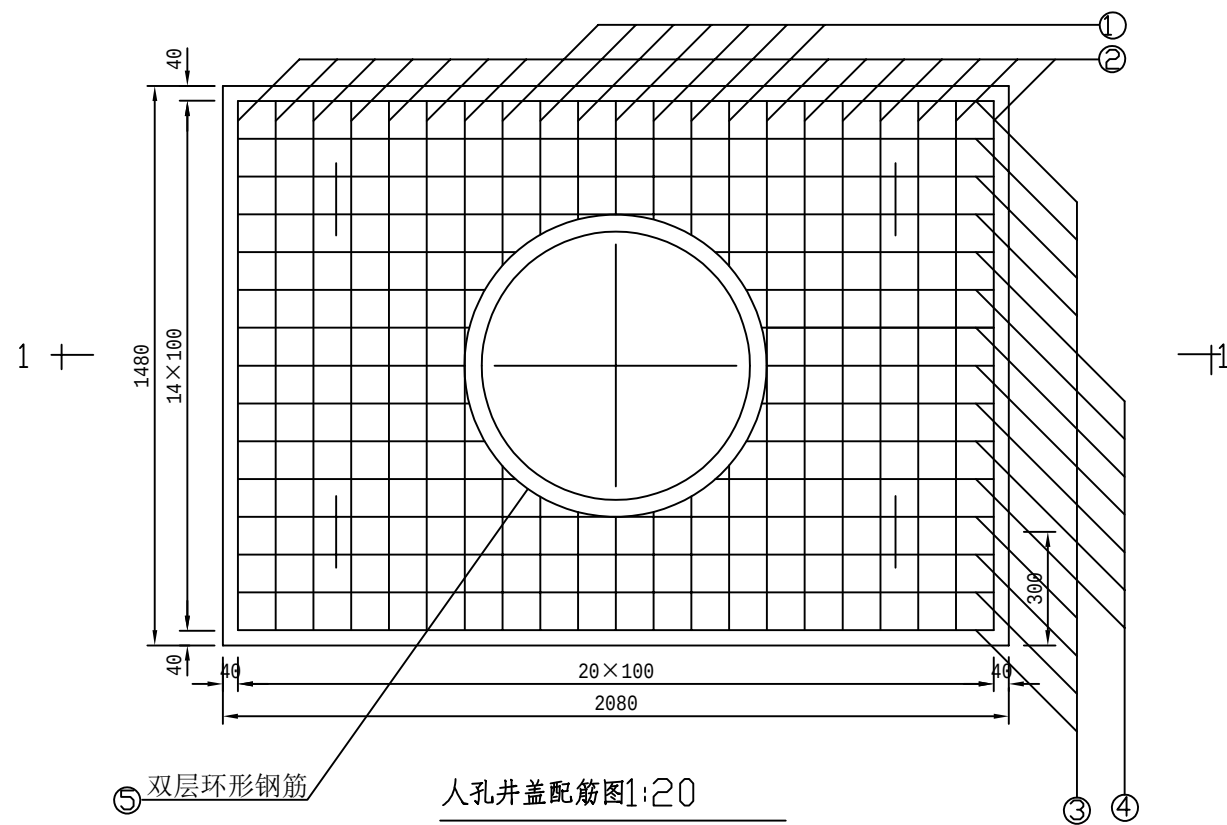
钢筋编号	直径	长度 (cm)	根数	总长度 (m)	单位重 (Kg/m)	总重 (Kg)
1	?12	560	8	44.80	0.888	39.78
2	?12	500	11	55.00	0.888	48.84
3	?8	698	9	62.82	0.395	24.81

材料汇总表

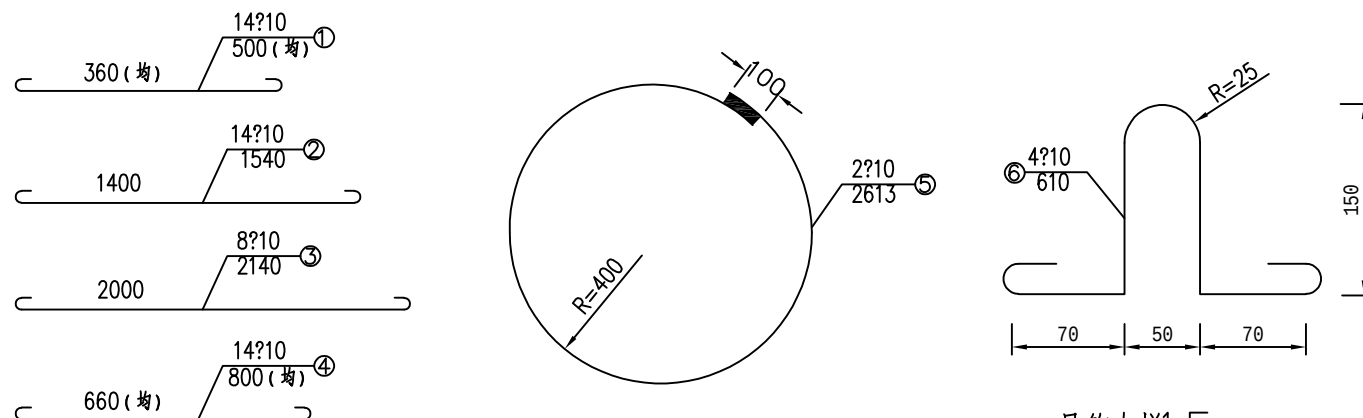
钢筋直径	总长度 (m)	单位重 (Kg/m)	总重 (Kg)	合计
?8	62.82	0.395	24.81	113.43
?12	99.80	0.888	88.62	
C30 混凝土 (m³)				2.79



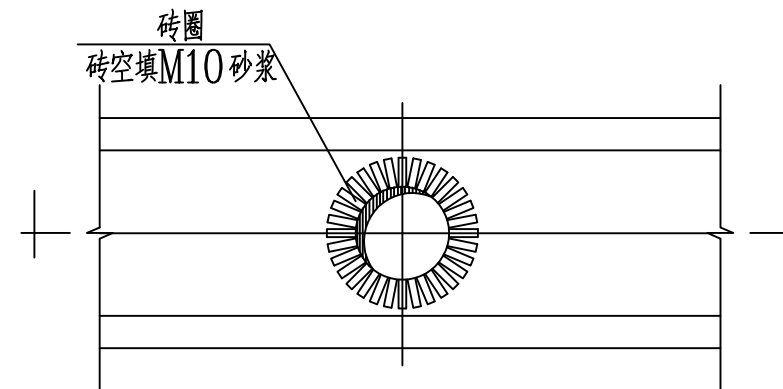
- 注：
- 图中尺寸均以毫米计。
 - 在浇筑人孔混凝土时,应根据电气施工图的要求预留管道位置。



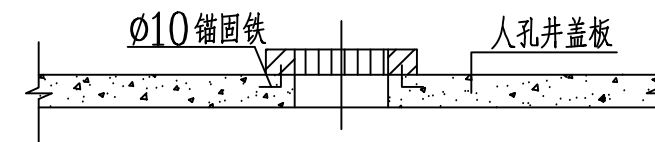
I—I 剖面图1:20



吊钩大样1:5



井盖口圈砖砌图



1—1 剖面

单位人孔材料数量表

序号	材料名称	规格型号	单位	数量	备 注
1	混凝土	C15	m ³	0.35	
2	混凝土	C30	m ³	3.192	
3	钢筋		kg	153.25	
4	铜纤维井盖		套	1	包括圈、盖

一块人孔井盖材料数量表

[illegible]

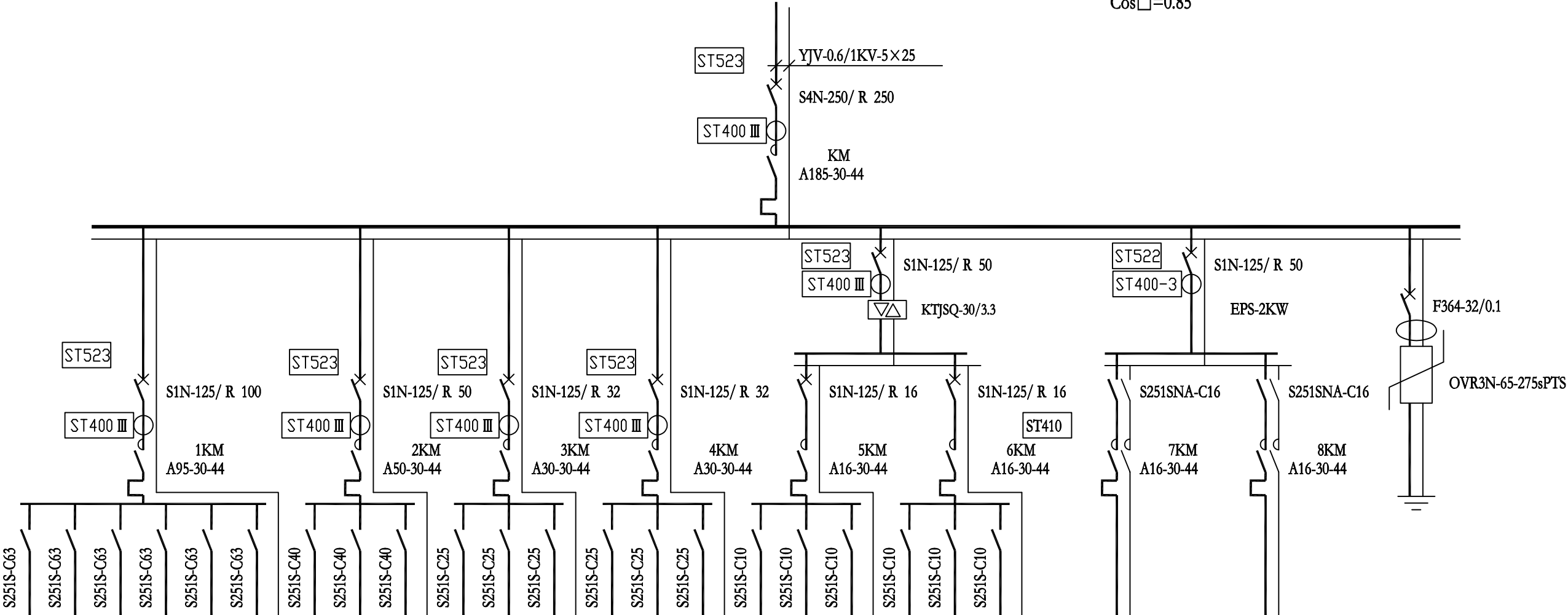
注: 1. 本图尺寸以毫米计。

Pe=37.5KW

Ijs=67.1A

Kx=1

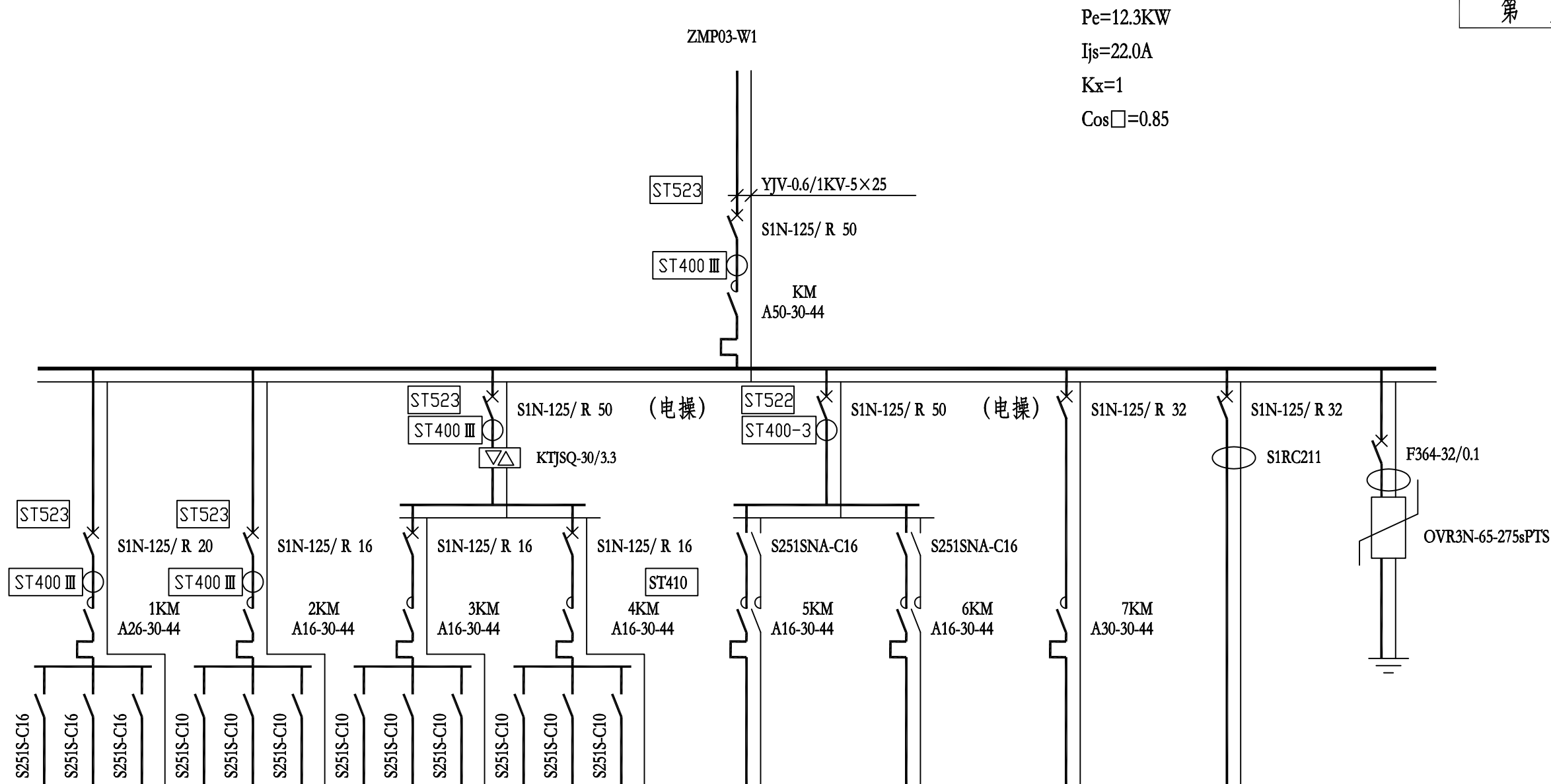
Cosφ=0.85



SDMK-B IP55																											配电柜型号及规格						
											ZMP01, YMP01																			控制柜编号			
W1	W2	W3	W4	W5	W6	N	W7	W8	W9	N	W10	W11	W12	N	W13	W14	W15	N	W16	W17	W18	N	W19	W20	W21	N	W22	W23	W24	回路编号			
16.8KW						BBV1×10	6.4KW			BBV1×6	6.4KW			BBV1×6	4.4KW			BBV1×6	0.6KW			BBV1×6	0.6KW			BBV1×6		2.0KW (L, N)			设备容量		
28.4A							10.8A				10.8A				7.5A				1.0A				1.0A					11.4A			计算电流		
加强灯 I							加强灯 II				加强灯 III				加强灯 IV				全日灯 I				全日灯 II				备用	监控电源		电涌保护	设备功能		
BBV6×4+2×6							BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV2×4			导线型号规格			
LV-5/50#-WC,CC						LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC			敷设方式				
ST523						ST523				ST523				ST523				ST523						ST523					显示模块				
ST400 III 3-MT425						ST400 III 3-MT425				ST400 III 3-MT425				ST400 III 3-MT425				ST400 III 3-MT425						ST400 III 3-MT425					智能单元				
																		ST410															智能单元

ZMP01 照明控制柜系统图
YMP01

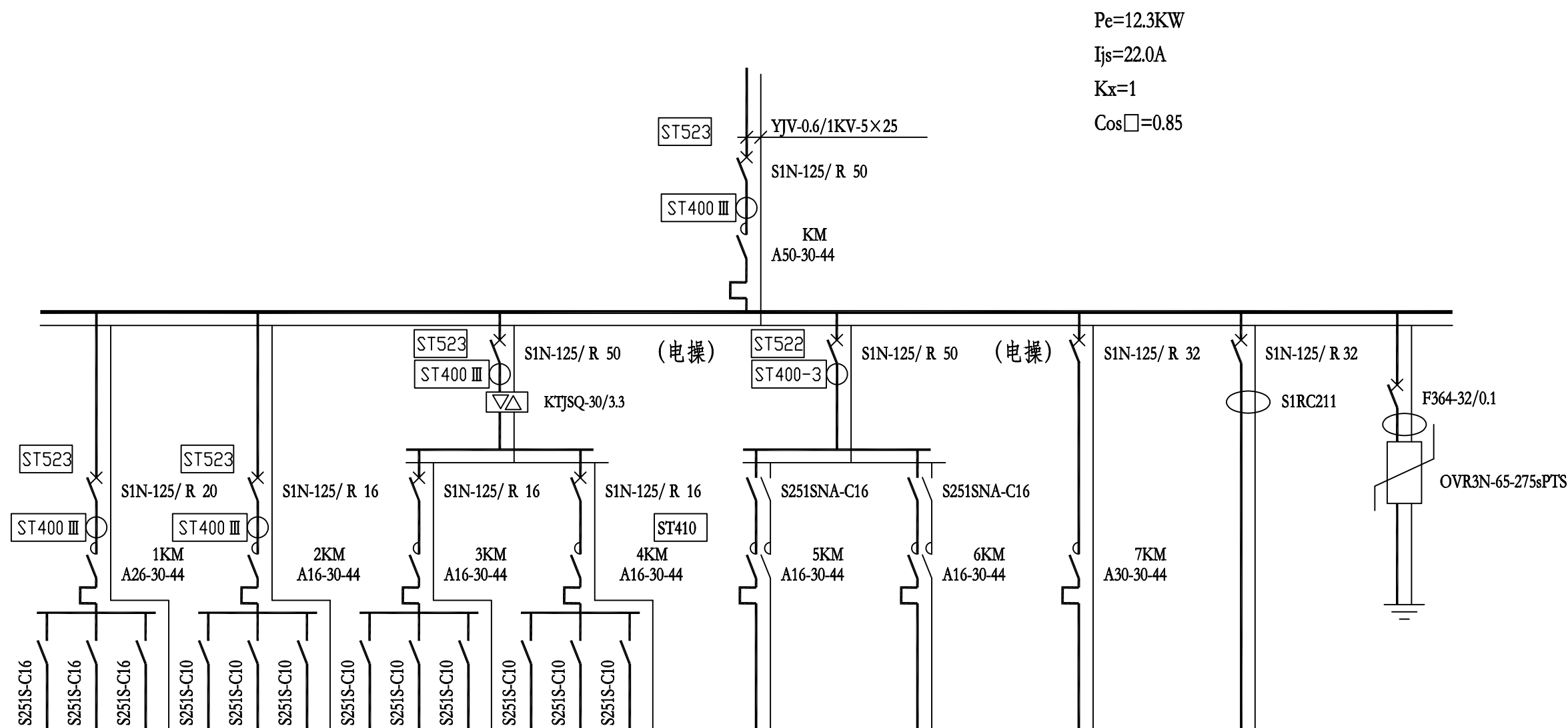
说明：仅校核功率



SDMK-B IP55																					配电柜型号及规格					
ZMP02																					控制柜编号					
W1	W2	W3	N	W4	W5	W6	N	W7	W8	W9	N	W10	W11	W12	N	W13		W14		W15		W16		W17		回路编号
5.8KW			BBV1×6	2.3KW			BBV1×6	0.9KW			BBV1×6	0.9KW			BBV1×6			2.0KW (L, N)								设备容量
9.8A				3.9A				1.6A				1.6A						11.4A								计算电流
1,2 段加强灯 I				1 段加强灯 II				全日灯 I				全日灯 II				备用		监控电源		防火门电源（预留）		检修电源		电涌保护		设备功能
BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6						BBV2×4						导线型号规格		
LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC						LV-5/50#-WC,CC		LV-5/50#-WC,CC						敷设方式
ST523				ST523				ST523				ST523														显示模块
ST400Ⅲ 3-MT425				ST400Ⅲ 3-MT425				ST400Ⅲ 3-MT425				ST400Ⅲ 3-MT425														智能单元
								ST410																		智能单元

ZMP02 控制柜系统图

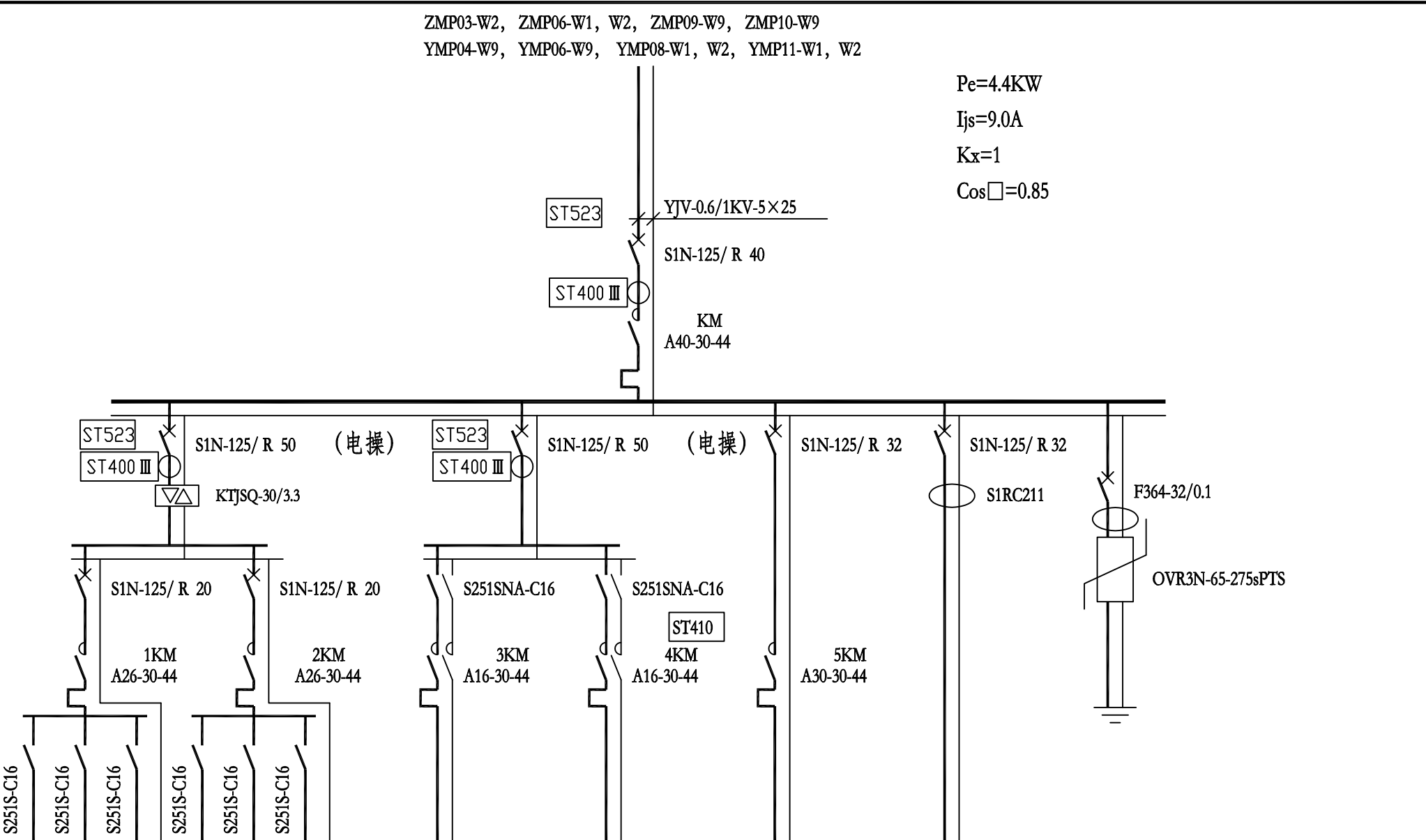
说明：仅校核功率



SDMK-B IP55																					配电柜型号及规格			
YMP02																					控制柜编号			
W1	W2	W3	N	W4	W5	W6	N	W7	W8	W9	N	W10	W11	W12	N	W13	W14	W15	W16	W17	回路编号			
5.8KW			BBV1×6	2.3KW			BBV1×6	0.9KW			BBV1×6	0.9KW			BBV1×6	2.0KW (L, N)						设备容量		
3.9A				1.6A				1.6A				1.6A				11.4A						计算电流		
1,2 段加强灯 I				1 段加强灯 II				全日灯 I				全日灯 II				备用		监控电源		防火门电源 (预留)		检修电源		设备功能
BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV2×4						导线型号规格		
LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC						LV-5/50#-WC,CC		LV-5/50#-WC,CC				敷设方式
ST523				ST523				ST523				ST523												显示模块
ST400Ⅲ 3-MT425				ST400Ⅲ 3-MT425				ST400Ⅲ 3-MT425				ST400Ⅲ 3-MT425												智能单元
								ST410																智能单元

YMP02 控制柜系统图

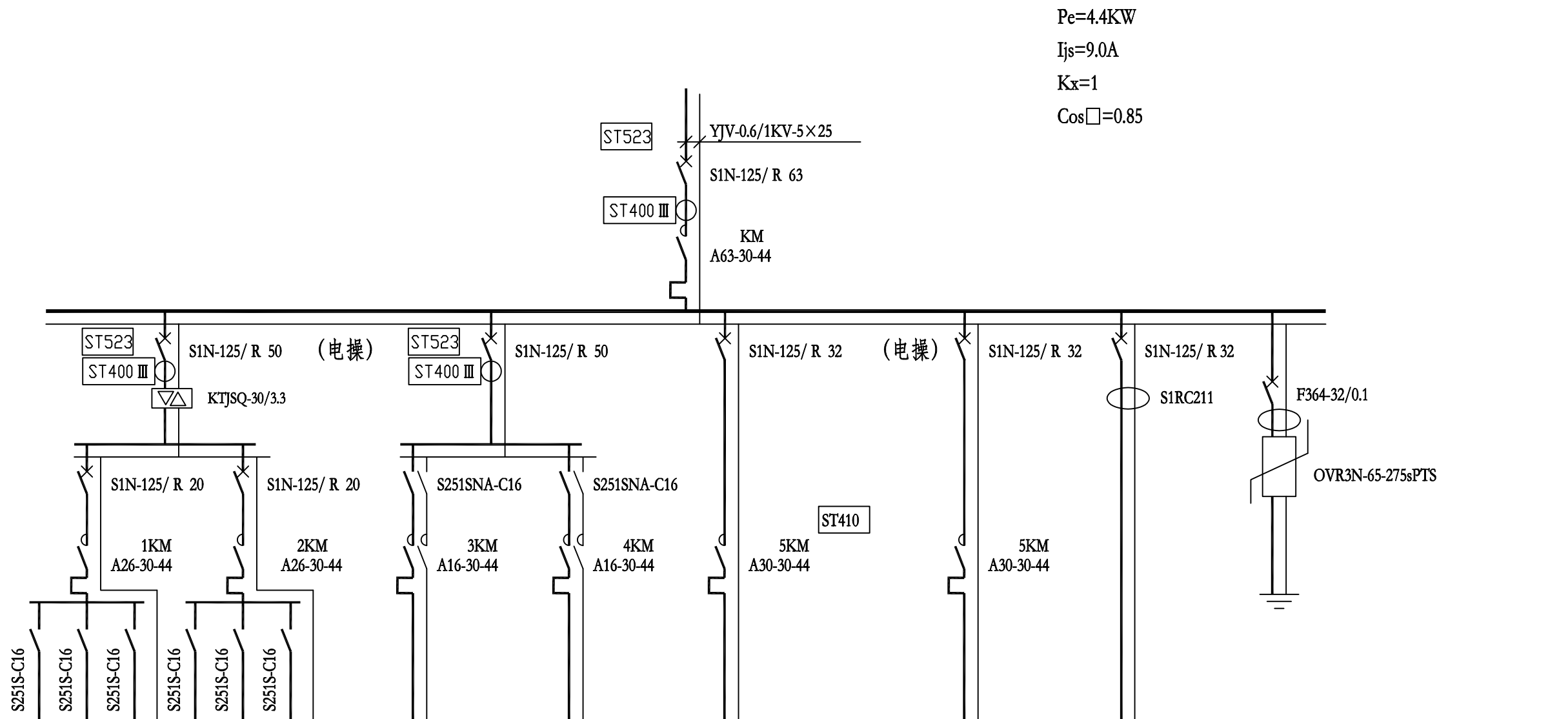
说明：仅校核功率



SDMK-B IP55													配电柜型号及规格	
ZMP04, 05, 07, 08, 11 YMP03, 05, 07, 09, 10, 12													控制柜编号	
W1	W2	W3	N	W4	W5	W6	N	W7	W8	W9	W10	W11	回路编号	
1.2KW			BBV1×6	1.2KW			BBV1×6		2.0KW (L, N)				设备容量	
2.1A				2.1A					11.4A				计算电流	
全日灯 I				全日灯 II				备用	监控电源	防火门电源 (预留)	检修电源	电涌保护	设备功能	
BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6					BBV2×4			导线型号规格		
LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC					LV-5/50#-WC,CC	LV-5/50#-WC,CC			敷设方式	
ST523								ST523						显示模块
ST400Ⅲ 3-MT425								ST400Ⅲ 3-MT425						智能单元
ST410													智能单元	

ZMP04, 05, 07, 08, 11
YMP03, 05, 07, 09, 10, 11 控制柜系统图

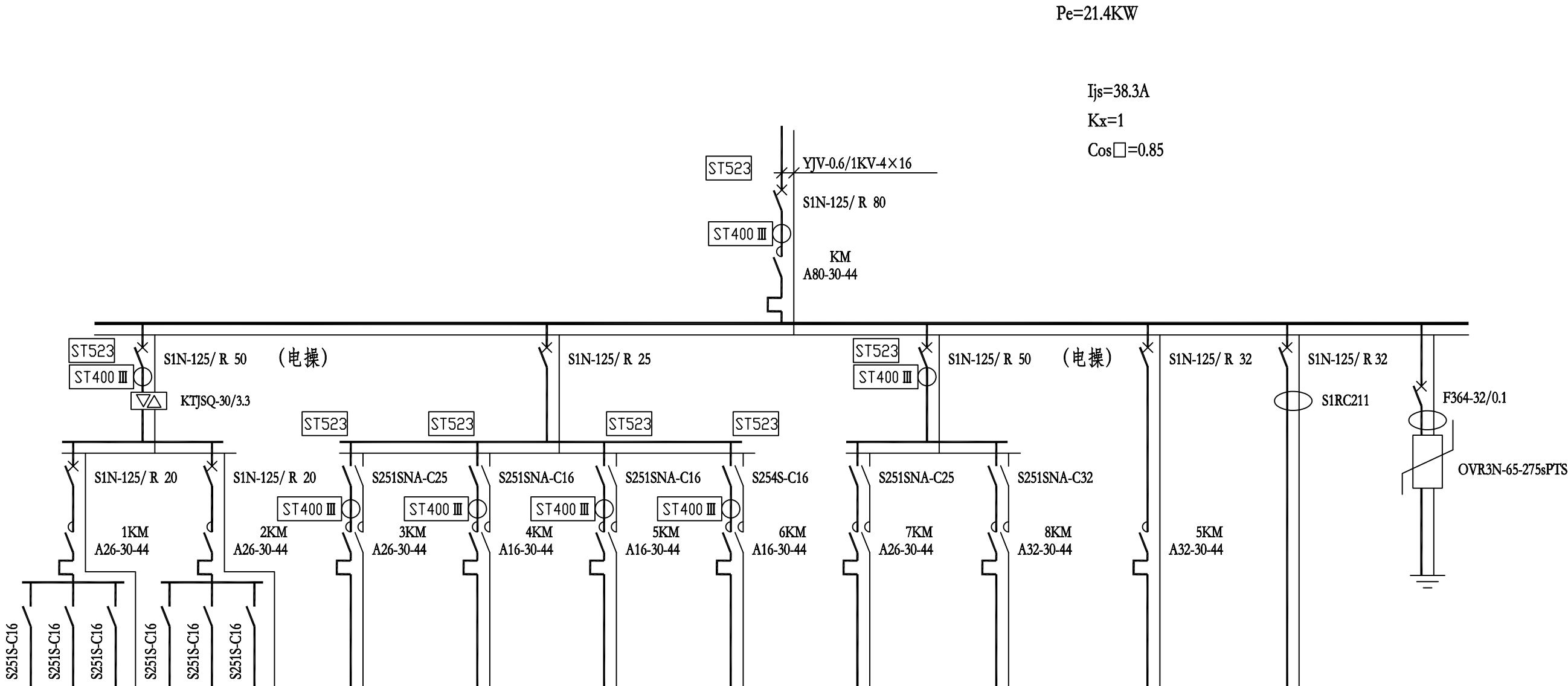
说明：仅校核功率



SDMK-B IP55													配电柜型号及规格		
ZMP09, 10 YMP03, 04															
W1	W2	W3	N	W4	W5	W6	N	W7	W8	W9	W10	W11	W12	控制柜编号	
1.2KW			BBV1×6	1.2KW			BBV1×6		2.0KW (L, N)					回路编号	
2.1A				2.1A					11.4A						设备容量
全日灯 I				全日灯 II				备用	监控电源	预留 (原为照明控制箱)	防火门电源 (预留)	检修电源	电涌保护	计算电流	
BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6					BBV2×4					设备功能	
LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC					LV-5/50#-WC,CC		LV-5/50#-WC,CC				导线型号规格
ST523								ST523							敷设方式
ST400Ⅲ 3-MT425								ST400Ⅲ 3-MT425							显示模块
ST410													智能单元		
													智能单元		

ZMP09, ZMP10
YMP04, YMP06 控制柜系统图

说明：仅校核功率

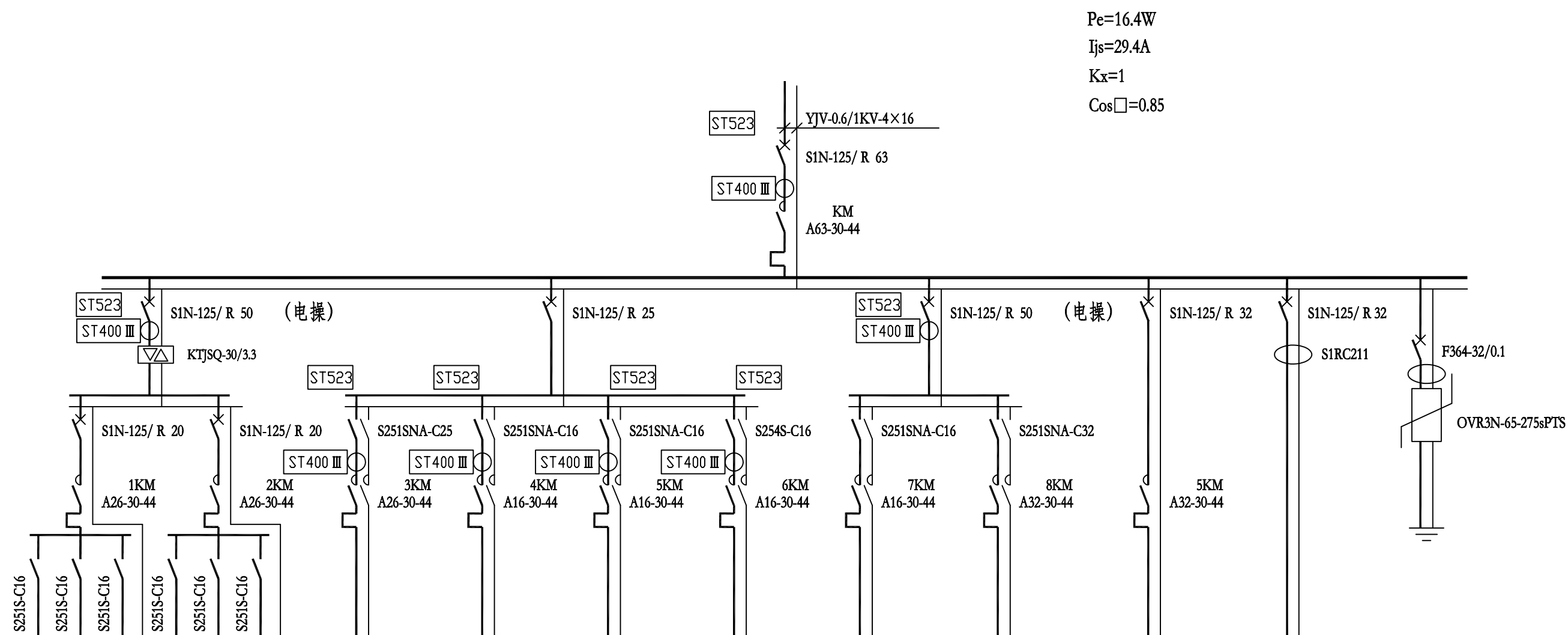


SDMK-B IP55																	配电柜型号及规格	
ZMP10, (YMP11)																	控制柜编号	
W1	W2	W3	N	W4	W5	W6	N	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	回路编号	
2.1KW			BBV1×6	2.1KW			BBV1×6	1.1KW (L1.N)	0.6KW (L2.N)	0.6KW (L3.N)	3.9KW (3L.N)		5.0KW (L, N)	5.0KW (L, N)			设备容量	
3.6A				3.6A				5.5A	2.8A	2.8A	6.5A		27A	27A			计算电流	
全日灯 I				全日灯 II				加强灯 I	加强灯 II	加强灯 III	洞口路灯	备用	监控电源	水泵	检修电源	电涌保护	设备功能	
BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV2×6	BBV2×4	BBV2×4	YJV-5×10		BBV2×4				导线型号规格	
LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC	LV-5/50#-WC,CC	LV-5/50#-WC,CC	S50-FC		LV-5/50#-WC,CC				敷设方式	
ST523								ST523	ST523	ST523	ST523	ST523						显示模块
ST400Ⅲ 3-MT425								ST400Ⅲ 3-MT425	ST400Ⅲ 3-MT425	ST400Ⅲ 3-MT425	ST400Ⅲ 3-MT425	ST400Ⅲ 3-MT425						智能单元
ST410																	智能单元	

ZMP12 控制柜系统图

说明：仅校核功率

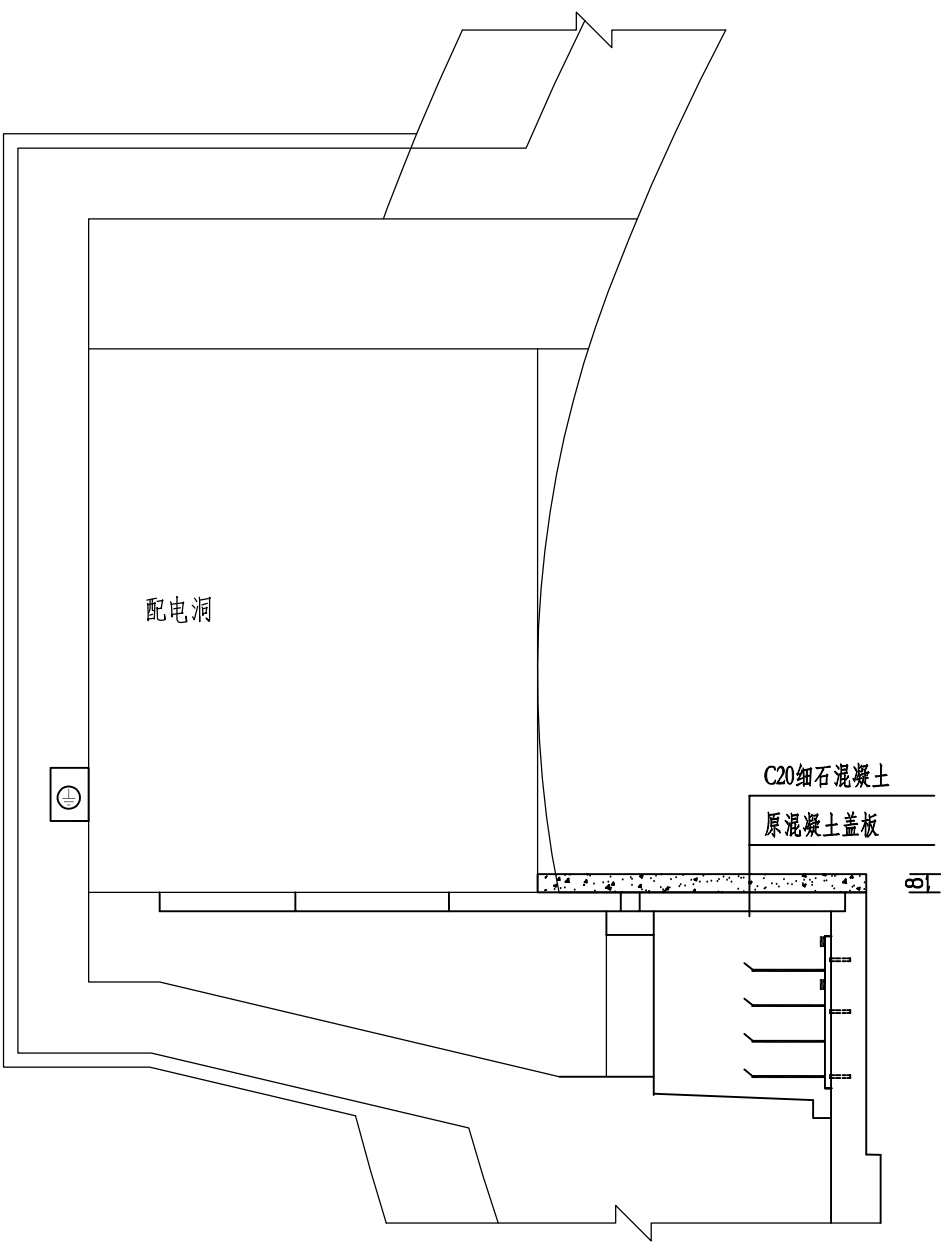
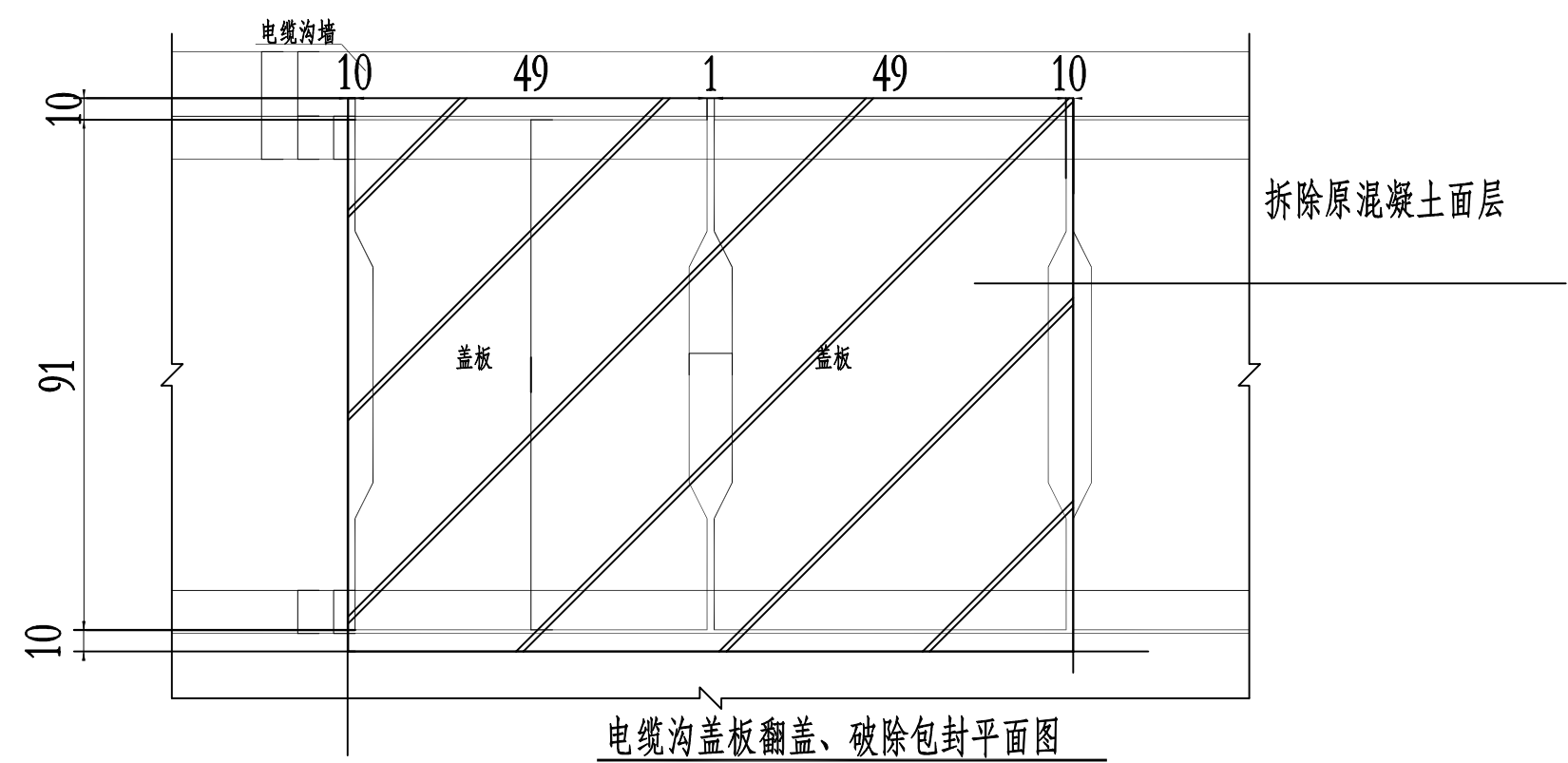




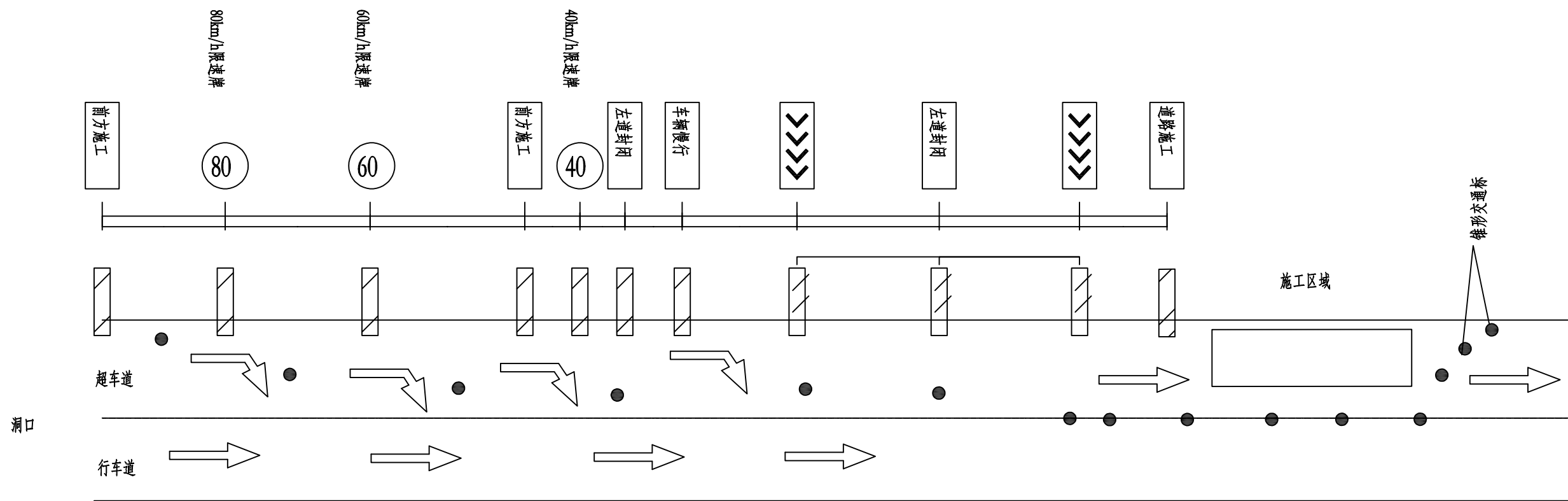
SDMK-B IP55																	配电柜型号及规格		
ZMP10, (YMP11)																	控制柜编号		
W1	W2	W3	N	W4	W5	W6	N	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	回路编号		
2.1KW		BBV1×6	2.1KW		BBV1×6	1.1KW (L1.N)		0.6KW (L2.N)		0.6KW (L3.N)		3.9KW (3LN)		5.0KW (L, N)		设备容量			
3.6A			3.6A			5.5A		2.8A		2.8A		6.5A		27A		计算电流			
全日灯 I			全日灯 II			加强灯 I		加强灯 II		加强灯 III		洞口路灯		备用		监控电源		设备功能	
BBV3×4+1×6				BBV3×4+1×6				BBV2×6		BBV2×4		BBV2×4		YJV-5×10		BBV2×4		导线型号规格	
LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC				LV-5/50#-WC,CC		LV-5/50#-WC,CC		LV-5/50#-WC,CC		S50-FC		LV-5/50#-WC,CC		敷设方式	
ST523								ST523		ST523		ST523		ST523				显示模块	
ST400Ⅲ 3-MT425								ST400Ⅲ 3-MT425		ST400Ⅲ 3-MT425		ST400Ⅲ 3-MT425		ST400Ⅲ 3-MT425				智能单元	
ST410																			智能单元

YMP13 控制柜系统图

说明：仅校核功率

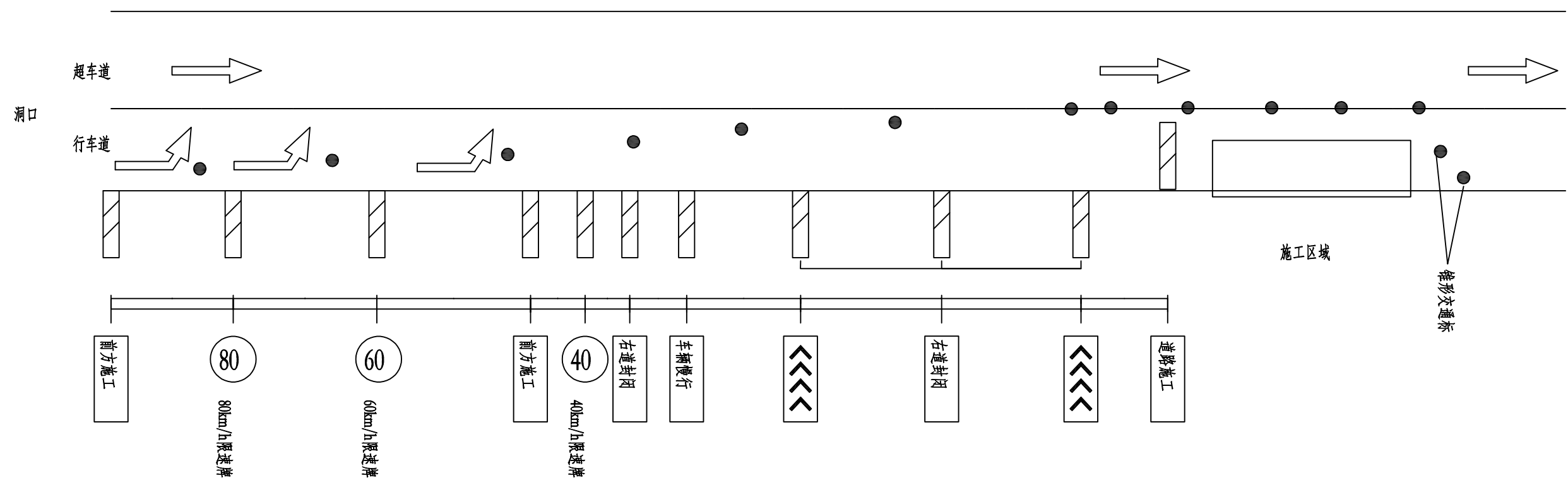


说明:
1.盖板安装时注意上下方向不能倒置。
2.图中尺寸以厘米为单位。
3.混凝土包封:采用C20细石混凝土,厚度与原包封厚度一致。
要求表面平整度误差小于等于5mm,



说明:

- 1、 $L=V^2W/155(V\leq 60\text{km/h})$ 或 $L=0.625VW(V>60\text{km/h})$,式中 L =锥形交通标渐变长度,
 $V=85\%$ 车速,或施工路段限速 W =缩减之路宽(m)。
- 2、临时布控方案应在施工过程中根据监理、交警、路政等的要求进行调整设置。



说明:

- 1、 $L = V^2W / 155 (V \leq 60 \text{ km/h})$ 或 $L = 0.625VW (V > 60 \text{ km/h})$, 式中 L = 锥形交通标渐变长度, V = 85% 车速, 或施工路段限速 W = 缩减之路宽 (m)。
- 2、临时布控方案应在施工过程中根据监理、交警、路政等的要求进行调整设置。

二、本项目电气设备选型等详见《福建省高速公路机电工程隧道通风、照明、消防及沿线供配电系统技术规范》（2016 年版）的相关条款和规定。

福建省高速公路机电工程
隧道通风、照明、消防及沿线供配电系统
供货与安装合同(ED)

招标文件技术规范
(2016 年版)

福建省高速公路建设总指挥部
2016 年 3 月

目 录

101 适用范围	1
101.1 界面划分	1
101.2 其他	3
102 定义和缩写	4
102.1 定义	4
102.2 缩写	4
103 规范标准与法规	5
103.1 概述	5
103.2 标准和规程	5
103.3 标准的一致性	5
103.4 矛盾的处理原则	6
103.5 标准的版本	6
103.6 单位	6
103.7 样本	6
104 环境条件	6
104.1 自然环境条件	6
104.2 设备的工作条件	6
105 一般技术要求	8
105.1 系统运行条件	8
105.2 设备或材料	8
105.3 一般施工要求	9
106 工程管理	11
106.1 概述	11
106.2 开工报审和工程报告	11
106.3 专业分包、劳务分包、人员培训	13
106.4 承包人的施工机械与仪器设备	13
106.5 工程变更	14
106.6 商务文件	14
106.7 工作时间	14

106.8 进度照片、施工记录和宣传资料	14
107 联合设计和软件开发	14
107.1 一般要求	14
107.2 联合设计	15
107.3 施工方法和安装工艺	16
107.4 软件设计	17
107.5 施工安装图图纸	18
107.6 设计评审/批准程序	18
107.7 设计文件和软件的版权	19
108 工厂监造与测试	19
108.1 概述	19
108.2 工厂测试	20
108.3 质量保证	21
109 包装防护与现场验收	22
109.1 设备包装与防护	22
109.2 现场验收与质量抽检	23
110 许可证、证明书及审批	23
111 驻地建设与临时工程	23
111.1 设备运输	23
111.2 临时工程	24
111.3 承包人驻地建设	24
111.4 施工临时用电	24
111.5 承包人工作通道及施工用地	24
112 工程保险	25
113 施工安全和环境保护	25
113.1 安全法规	25
113.2 安全机构与设施	26
113.3 一般安全措施	26
113.4 消防规程和安全措施	26
113.5 急救与医疗设备	27
113.6 危险品和辐射	27
113.7 设备测试安全	27

113.8 施工机械设备操作安全	27
113.9 环境保护	27
113.10 安全生产费用	28
114 安装调试	28
115 工程完工测试与验收	29
116 试运行与交工验收	30
116.1 试运行的环境条件	30
116.2 试运行	31
116.3 竣工资料	31
116.4 交工验收	31
117 缺陷责任期及竣工验收	32
118 备件和专用工具	32
118.1 备件及专用工具清单	32
118.2 专用工具和测试设备	33
118.3 随机备件	33
118.4 备件及维修仪表、工具的费用	33
119 操作和维修手册（O&M 手册）	33
119.1 一般要求	33
119.2 操作和维修手册（O&M 手册）	33
120 培训与技术支持	36
121 计量与支付	37
121.1 一般要求	37
121.2 重量	38
121.3 面积	38
121.4 长度	38
121.5 结构物	39
121.6 成套的设备单元	39
121.7 计量	39
121.8 支付	39
201 概述	42
201.1 一般要求	42
201.2 与隧道监控的结合	42

202 进线工程	43
202.1 范围	43
202.2 安装要求	43
203 成套开关设备	43
203.1 10KV 金属铠装中置式开关柜	44
203.2 10KV 紧凑式 SF6 开关柜	47
203.3 户外箱式成套变电站	49
203.4 带负荷开关 10KV 电缆分支箱	51
203.5 低压开关柜及低压动力箱	53
204 变压器	64
204.1 干式变压器	64
204.2 地埋式变压器	71
205 柴油发电机组	74
205.1 总则	74
205.2 总体要求	75
205.3 检查和试验	81
205.4 安装要求	82
206 不间断电源（UPS）	83
206.1 技术标准	83
206.2 总体要求	84
206.3 电气特性和性能	84
206.4 设备接地	86
206.5 检查和试验	86
207 线缆	87
207.1 电缆技术要求	87
207.2 施工要求	87
208 接地	89
208.1 接地总则	89
208.2 接地装置	90
208.3 变电站的接地及等电位连接	90
208.4 隧道内的电气设备的接地及等电位连接	90
208.5 施工及验收	91

209 隧道变电所、配电洞防火门	91
209.1 总体要求	91
209.2 材料与配件	91
209.3 外观质量	92
209.4 尺寸与形位公差	92
209.5 型式试验和出厂检验	93
210 变电所环境装饰	93
301 隧道通风	94
301.1 工程范围	94
301.2 隧道纵向机械通风系统	94
301.3 隧道轴向机械通风系统	97
302 隧道照明	108
302.1 工程范围	108
302.2 隧道照明概述	109
302.3 隧道内照明灯具	109
303 道路照明	114
303.1 工程范围	114
303.2 照明概述	114
303.3 到货检验及验收	121
401 一般要求	122
401.1 设备和材料	122
401.2 施工要求	122
402 与其它系统的界面	123
403 消防给水	124
403.1 通则	124
403.2 给水管网	124
403.3 高位水池、低位水池（水井）	126
403.4 深井泵	134
404 消防器具	136
404.1 通则	136
404.2 消火栓	137
404.3 灭火器	137

404.4 水成膜泡沫灭火装置	137
405 质量检验	138
405.1 一般要求	138
405.2 进场设备(材料)核验	139
405.3 安装过程检验	139
405.4 调试	140
406 系统测试	140
406.1 测试、检查	140
406.2 系统初验	140
406.3 图纸、资料完整性检查	141
406.4 备品备件、专用工具	142

第一章 总 则

101 适用范围

1. 本规范适用于福建省高速公路机电工程隧道通风、照明、消防及沿线供配电系统的供货与安装项目。

2. 本工程施工中使用的材料、设备，隐蔽工程以及施工原始资料和记录，均应按本规范要求进行一系列的控制与检查，使工程质量符合规定的质量标准。在每一章节的施工要求中均对质量标准、检查内容和方法等提出了要求。如有未写明之处，应按照国家有关部门现行有关规范规定且经监理工程师批准后执行。

3. 本规范仅为方便起见划分为若干章节，阅读时应将本规范视作一个整体。

4. 凡本规范或与本规范有关的其它规范及图纸中未规定的细节，或在涉及到任何条款的细节没有明确的规定时，都应认为指的是需经监理工程师同意的习惯做法。

5. 机电工程的内容包括沿线隧道通风、照明、消防及沿线电缆供电线路，收费站（所）、服务区的广场照明和变电站等相关系统和设备的设计、生产、采购、供货、运输、安装、测试、开通、试运行、缺陷责任期内工程维护、培训、文档和售后服务、技术支持等全部工作。8、承包人应按本技术规范、合同条款及批准了的图纸和有关文件，准备、实施，并完成与本工程有关的设备及一切服务。

6. 本工程承包人应依照自身拥有的经验及工程实践，提供本规范没有提到或目前尚未细化的，但为完成工程及其正常运行所必须的施工图纸以及材料、人力、备件、样品、维修工具设施等。

7. 本工程承包人应负责施工安装图设计、提供系统运行手册、维修养护手册、工艺手册、软件结构图、源程序清单、工具、备件、全套竣工资料及全面的技术培训。

101.1 界面划分

1、一般要求

（1）本机电系统承包人应本着真诚、友好、合作的精神，协调与其他承包人的工作。

（2）本节规定机电系统承包人与其他承包人的界面划分，若有不一致之处，则按业主和监理工程师的现场指示办理。

（3）机电系统承包人在项目实施过程中，一旦发现与其他承包人的界面不清，需要业主或监理工程师协调解决的，应及时报告监理工程师，与其他承包人协商解决。

2、与主体土建工程界面

(1) 土建工程为机电系统工程提供道路沿线的管道、横穿路基管道，隧道内设备的预留孔洞、预埋钢管等，隧道电缆沟、配电洞室、消防箱预留洞室、隧道洞壁内用于穿电线的管道及接线盒均由土建承包商完成。但路灯及中、高杆灯的基础、供电电缆过构造物的电力管道和人孔、手孔由机电系统承包人负责。

(2) 土建工程为机电系统工程提供道路沿线的配电洞室、横洞变配电室、预埋钢管、隧道电缆沟等、电缆托架及接地系统连接由机电系统承包人负责。

3、与房建承包人界面

(1) 房建承包人应负责变电所的房屋建筑与装修，以及变电所照明等。室内地沟或人井、电缆竖井、爬架、过墙孔、预埋管均由房建承包人负责完成。

(2) 房建场区内的电力管道以及相应的人井和手孔由房建承包人完成。

(3) 房建承包人为机电系统提供一个小于 1Ω 联合接地母线，母线采用 $40\times 4\text{mm}$ 镀锌扁钢，并预留 2m 长度，从母线至变电所各设备的连接由各专业自行连接并完善至满足各项技术指标要求。

4、三大系统工程界面

(1) 供配电照明承包人低压配电柜（箱）内预留足够的低压出线。从低压配电柜到机电三大系统进线电源室配电箱由机电三大系统负责。

(2) 在沿线供配电系统设置电力监控系统，供配电系统提供变压器温控器、柴油发电机和 UPS 低压进线柜智能表的通信接口，通信接口到电力监控系统的缆线由机电三大系统负责。

(3) 隧道照明由供电配电照明专业实施，本地人工控制、时钟控制由供电照明专业自行完成，远控方式由三大系统负责。供配电照明专业与机电三大系统的界面划分在隧道内低压柜的隧道照明低压回路的干触点接口外的接线端子排上，干触点到端子排缆线和安装由照明专业负责，端子排至本地控制器的缆线由机电三大系统负责。

(4) 风机及其手动控制、软启动由通风专业实现，三大系统负责风机的自动控制，隧道通风专业与机电系统的界面划分在隧道内低压柜的隧道通风低压回路的干触点接口外的接线端子排上，干触点到端子排缆线和安装由风机专业负责，端子排至本地控制器的缆线由机电系统负责。

5、本合同承包人应向业主索取上述工程的设计文件或资料，并且予以仔细研究及进行必要的检查和测试，就一些协调问题提出意见并报监理工程师审批，但此类批

准并不能免除承包人在协调工作中应承担的责任。至于少量必要的协调工作费用，被认为是承包人的附属义务，业主将不单独支付。

101.2 其他

1、如果投标人以联合体形式进行投标，在投标书中应明确联合体中的一家作为联合体牵头人全权负责技术协调工作，该联合体牵头人应具有招标文件规定的资质。该牵头人工作包括对内、对外（与其他承包人及业主和监理工程师）协调两方面工作内容，在投标书中，联合体投标人应以图纸+文字形式表明本机电合同内、外部技术工作界面，并详细列出技术协调工作的内容、目的、工作安排和工作界面。

2、经投标人申请均可在业主安排下视察本项目高速公路沿线设施，包括收费站、服务区、隧道的设置地点、外架空行路的走向和接入点，房建、隧道管线等，以便投标人清楚了解土建（含房建）工程实施情况。

3、承包人应按本合同条款、技术规范及批准的图纸和有关文件，进行各项准备工作，并完成与本次工程有关的设施建设和一切服务，以保证有效地完成本机电工程合同的全部工作项目。所有工作均应达到监理工程师要求。

4、承包人还应依照过去的工程经验和通常的惯例，提供规范或图纸中没有提到的但为完成本工程监控系统必须的所有材料、劳力、备件、样品、工具、设备等。

5、本合同采购的所有设备应符合合同条款、技术规范和合同内有关文件的要求。各文件之间有互相矛盾内容的处理原则见 103.4。

6、对关键或主要设备的功能和技术指标应逐一响应。

7、投标人应充分考虑：

（1）本合同承包人应注意对现有构筑物、绿化工程等各种设施的保护，如工程需要对现有构筑物、绿化工程等各种设施进行穿孔、开挖等作业时，应及时按该设施的技术要求原样修复，如：电缆施工时对路基边坡、路侧碎落台、绿化带等的影响。

（2）本高速公路项目路面工程正在施工中，路面的污染将直接影响路面工程质量，因此本工程施工人员、车辆进入本高速公路路面时应注意对路面的保护；直埋电缆施工时，如基坑开挖、电缆敷设、人（手）砌筑等作业，应在路面铺上彩条布后，方可在路面堆放土方等物；堆放石块、砖块时还应采取相应措施，防止损坏路面。

（3）本项目承包人施工时应充分考虑与本路机电三大系统工程间的界面交叉，并与机电三大系统承包人充分配合，完成施工图中要求的有关界面施工。

（4）本项目承包人施工时应做好施工现场、堆料场的警戒、警示、引导等工作。

(5) 以上措施涉及的费用包含在相应项目的报价中，业主将不另行支付。

102 定义和缩写

102.1 定义

合同条款中的定义和下面的定义都适用于本机电工程。

1、“技术规范”指招标通用技术规范及施工图设计说明。

2、“提供”指设备的提供、安装和配套连接，以及设备安全常规操作所需要的材料和准备工作。

3、“设计”指系统方案设计、软件设计、施工安装图设计、基础接地设计、及临时工程的设计。

4、“安装”指设备安装、装配和相关辅助材料的连接。

5、“供货”指设备及其配套辅助材料的采购、获取和运送。

6、“类似的”或“相等的”意指设备的材质、规格、功能和效率等方面不低于指定产品。

102.2 缩写

本技术规范使用的缩写词如下：

GB 中华人民共和国国家标准

IT 中华人民共和国交通行业标准

YD 中华人民共和国通信行业标准

GBJ 中华人民共和国工程建设标准

GA 中华人民共和国公安部标准

TD 中华人民共和国国土资源部标准

DB 中华人民共和国地震局标准

DL 中国电力企业联合会标准

HG 中国石油和化学工业协会标准

JB 中国机械工业联合会标准

YB 中国钢铁工业协会标准

ANIS 美国国家标准协会

BS 英国标准

JIS 日本标准

UPS 不间断供电电源

AC 交流电
DC 直流电
E&M 机械和电气
EIA 电子工业协会
GCC 通用合同条款
IEC 国际电工委员会（瑞士日内瓦）
IEE 电气工程师学会（英国）
IEEE 电气和电子工程师学会（美国）
ISO 国际标准化组织
JB 中国机械工业委员会标准
LED 发光二极管
MTBF 平均故障间隔时间
MTTR 平均修复时间
TS 技术规范

103 规范标准与法规

103.1 概述

本合同所有机电设备、材料和工艺应符合 103.2 所列标准和规程的要求。如果承包人要求采用其它标准，应事先征得监理工程师的批准。

103.2 标准和规程

本项工程的设计、制造、安装和运行使用下列最新版本的标准与规程，包括但不限于此：

- 1、中华人民共和国国家标准
- 2、中华人民共和国交通运输部标准
- 3、中国国家电力行业标准
- 4、中华人民共和国公安部消防安全条例
- 5、国际标准化组织标准
- 6、国际电信联盟标准
- 7、国际电工技术委员会标准

103.3 标准的一致性

- 1、除非本招标文件另有规定，本项目工程所使用的设备、材料的设计标准和测

试方法应符合中国最新标准或监理工程师指定标准的要求。

2、如果承包人提供的材料、设备、设计标准或测试不符合中国标准要求，那么，承包人应详细说明他所使用的标准与相应中国标准的不同之处，以及对设计或设备性能的影响，并将该标准（如果该标准是外文的话，翻译成中文）提交监理工程师审批。无论使用何种标准，各项技术指标均不得低于相应的中国标准。

3、所有的设计规范应在设计审查开始前一周提交给业主和监理工程师。施工、验收规范应在单项工程施工前一周提交监理工程师，若不能按计划提交，则不允许施工。招标文件提及的标准规范应在设计审查开始前提交。

103.4 矛盾的处理原则

如果各标准之间有互相矛盾的内容，那么以下列排序在先者为准。

- 1) 中国国家标准和有关部门的标准和规范中的强制性条文
- 2) 合同条款
- 3) 施工图及设计说明
- 4) 通用技术规范
- 5) 中国国家标准与有关部门的标准和规范
- 6) 国际标准
- 7) 其他国家官方、团体或协会颁布的标准和规范
- 8) 设备厂商技术要求和说明

103.5 标准的版本

除非另有说明，规范中所采用的标准应是投标截止前 30 天前的最新版本的标准。

103.6 单位

所有图纸、计算书、设备设计与制造等均使用国际单位制。

103.7 样本

所有投标的设备要求提供样本资料。若某产品样本上有多种型号，承包人应在样本上明确标出此投标文件选定的型号。

104 环境条件

104.1 自然环境条件

在施工图设计说明中描述。

104.2 设备的工作条件

- 1、除非技术规范另有说明，设备（含电线、电缆等）的工作条件和测试条件为：
室内温度：-5~40℃，相对湿度 40~70%；

室外温度：-20~65℃，相对湿度 95%以下；

存贮温度：-20~80℃。

承包人应在其投标文件中说明是否包括空调、供暖或强制通风系统，并给出安装这些设备的理由。

室内有地线，接地方式为联合接地，接地电阻不大于 $1\ \Omega$ （由土建或房建承包人提供，机电承包人完善）。

2、在技术规范中可能要求某些设备在更严格的环境条件下工作。所有设备应能在短时间出现的高温和高湿度环境条件下工作。

3、设备安装期间，可能出现空气湿度大、大气中含有酸雾和腐蚀物质的情况，承包人应确保设备随后开通时能正常工作。

4、承包人在考虑系统供货与安装项目时，应考虑下列外部影响因素：

(a) 水：安装于外场的设备应能接受来自各个方向的水溅。

(b) 尘埃：安装在道路沿线的设备暴露于大量尘埃之中。

(c) 腐蚀性或污染性物质：安装在户外的设备易遭受环境腐蚀或污染，尤其是酸雾与汽车废气等。

(d) 机械应力：除了管线和光、电缆线路外，道路沿线安装的所有设备都可能遭受大的冲击和振动，其频率介于 10~50Hz 之间。

(e) 植物或菌：附着在设备上的植物和菌的作用可能会造成设备损坏。

(f) 动物：动物(如昆虫、鸟，特别是鼠)可能会造成设备损坏。

(g) 电磁、静电或电源：包括同时出现的寄生电流、感应电流、电磁辐射和静电作用。承包人应熟悉下列情况，特别是可能影响系统正常运转的因素。

(h) 太阳辐射：室外设备长期承受高强度的太阳辐射，并有可能产生感应电压和高温。

(i) 雷电：承包人应保护外场设备、室内设备及电缆免受雷电袭击。

(j) 风力：安装于室外的设备应能抵抗 50m/s 以下风速，并在 30m/s 以下风速时正常工作。

(k) 地震：承包人提供的设备以及设备的安装、固定应能满足 VII 级地震烈度要求。

5、所有设备应要求能在本项目高速公路环境条件和正常操作程序下，满足技术规范的性能指标和功能要求。承包人应充分预计到可能遇到的现场环境条件，并确保

提供的各种设备零部件在该环境条件下工作正常，且使用寿命符合要求。

105 一般技术要求

105.1 系统运行条件

本工程所选用的设备能在本合同规定的环境条件下，全年每天 24 小时连续运转。

105.2 设备或材料

1、设备器材

本项目主要设备应必须采用最新颁布的国际通用标准或中国国家标准进行设计生产。设备和元器件，无国际通用标准和中国国家标准可参照的部分，可选用能代表最新先进水平的标准。承包人可以推荐其它习惯采用的标准，推荐的标准只有在监理工程师批准后才能用于工程。无论承包人按何种标准设计、施工、验交，都必须保证设备可靠工作，并满足本规范规定的操作使用要求，系统功能要求。

1) 大型机电设备、重要材料，如干式变压器、高低压配电柜、柴油发电机组、不间断电源、射流风机、灯具等，订货前均应向监理工程师报送设备或器具的名称、规格、订货厂家的质量信誉情况，并附产品样本资料，（或请监理工程师查看样品，所产生的费用含在报价内）、试验报告等。

2) 所有运抵施工现场的设备、材料其规格型号均应与合同文件一致，均需具备正式的出厂合格证和试验项目清单。所有采购、试验证明材料均应报监理工程师验证。

2、主要材料

1) 承包人应向监理工程师提交一个外采购材料计划，内容应包括本工程所用到的主要外购材料的种类、名称、规格和数量，供应的厂商、供货时间、数量等，并附供货厂商情况介绍资料和材料样品。只有经过监理工程师批准，承包人才能向厂商正式订货。

2) 所有材料供货厂商必须持有中国工商行政管理部门颁发的营业执照和中国有关行业技术管理部门颁发的生产许可证，具有完善的计量、检测和试验设施，能够按本规范引用的材料标准和试验规程对其产品性能和质量进行检验和（或）试验，具有一定的生产规模和生产能力，以保证材料的及时供应。承包人在向监理工程师申请批准供货厂商时，必须向监理工程师出具上述证明材料。

3) 当监理工程师认为有必要时，也可以对厂商提供的材料样品进行试验，以决定承包人是否可以向该厂商订货。

4) 所有运至工地的外购材料必须有出厂证明书（标明厂名、材料名称、规格和

数量、出厂日期和批号、产品质量检验合格证等)和按本规范引用的材料标准和试验规程所做的试验报告。出厂证书、试验报告和订货单副本应报监理工程师审查。若无上述文件,或文件内容不全,或文件内容与实物不符,或有虚报伪造,则监理工程师都有权拒收。

5) 所有运至工地的材料,监理工程师必须按本规范的要求进行抽样检验。只有抽样检验证明合格的材料,才予以验收。检验项目按本规范或材料标准规定,本规范或材料标准规定无规定时,按工程习惯做法或监理工程师指示。

6) 监理工程师验收后的材料,承包人应合理使用、运输和存放。若监理工程师有理由认为承包人运输、存放或使用不当,有可能导致材料质量下降,监理工程师可以再次抽样试验。若抽样试验结果表明这批材料已经不符合规范要求时,则监理工程师有权宣布这批材料为不合格材料。承包人必须自费将这批材料从工程中拆除,运出现场并作处理。

3、设备或材料的搬运与贮存

1) 一切设备和材料的搬运方式,均应保证其质量不受损坏。

2) 除非业主和监理工程师准许,承包人不能自行将设备和材料贮存于公路用地范围内。

3) 承包人应设置设备与材料存放仓库,所有的设备和材料到场核验应在仓库中进行,经监理工程师核验许可后方可进入施工现场。承包人在报价时应充分考虑其发生的二次搬运用费。

4) 设备和材料的贮存方式,应保证其质量的完好并适应工程进度的要求,同时应置于便于检查的地。承包商应根据设备材料的类别、数量、大小、仓储条件、到场时间等情况设置若干设备材料仓储场所,原则上分为室内库房、有遮蔽设施的仓储地,以及露天仓储堆放地等三类。室内库房设置合计不小于 300mm²,有遮蔽设施的仓储地合计不小于 500 mm²,露天仓储堆放地合计不小于 1000mm²。

4、非标制作或自行加工构件

1) 所选电气元件或材料应有定点生产厂家的证明,产品质检报告,所有元器件在安装前均应经过筛选,老化处理,主控制单元的功能调试结果需有监理工程师的认可。非标制作元器件的安放位置,应符合安全净距的要求。

2) 自制金属构件应符合相关技术规范要求、做好防腐处理。

105.3 一般施工要求

1、施工准备

1) 核对施工图纸,发现图纸与现场不符时应及时报告监理工程师,并提出改善、变更方案。

2) 调查核实周围水、电通信设施可资利用的情况,核查洞内外有关设备安设地点处的环境是否满足施工要求。

3) 配合监理工程师对前道工序如变配电房、监控楼、泵房、隧道内外有关预留、预埋工作进行检查、验收。

4) 核查前道工序是否因设计变更等原因造成对本项目作业构成影响,如有影响,应及时报告监理工程师,并提出变更方案。

2、一般要求

除因隧道特殊情况要求外,一般作业按下述规范要求执行。

《公路工程技术标准》JTG B01-2003

《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》JTG F80/2-2004

《公路工程施工安全技术规程》JTJ 076-1995

《公路工程施工监理规范》JTG G10-2006

《电业安全工作规程(发电厂和变电所电气部分)》DL 408-1991

《电业安全工作规程(电力线路部分)》DL 409-1991

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46-2005

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2002

《电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范》GB 50172-2005

《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB 50147-2010

《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148-2010

《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GB 50149-2010

《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150-2006

《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168-2006

《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169-2006

《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171-2012

《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254-1996

《电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173-1992

106 工程管理

106.1 概述

1、承包人应在工程实施之前，提交一份参与完成本项目的组织机构图表和人员。该表应列明关键人员的姓名、资历和工作经验，每位参加者所担任的组织机构的岗位、职责、权力、主要工作内容。所有关键人员的变更或人员增减都应提交业主和监理工程师审批。

2、承包人项目经理和总工应常驻现场，直接与承包人、业主、监理工程师联系，解决合同执行中出现的任何问题，接受并执行业主和监理工程师的所有指示和通知。

3、在施工安装工作开始前，承包人应获得实施工程所需的证书审批，并应符合中国政府部门有关施工安装的所有规定。进行上述工作所需的费用由承包人负责，并认为该费用已包括在合同总价中。

106.2 开工报审和工程报告

1、开工报审表：承包人应按合同进度计划，向监理人提交工程开工报审表，经监理人审批后执行。开工报审表应详细说明按合同进度计划正常施工所需的施工道路、临时设施、材料设备、施工人员等施工组织措施的落实情况以及工程的进度安排。

2、分部工程开工报审表：承包人应在分部工程开工前 14 天向监理人提交分部工程开工报审表。若承包人的开工准备、工作计划和质量控制方法是可接受的且已获得批准，则经监理人书面同意，分部工程才能开工。

3、中间开工报审表：长时间因故停工或休假(7 天以上)重新施工前，或重大安全、质量事故处理完后，承包人应向监理人提交中间开工报审表。

4、工程报告单

承包人应按合同条款规定向监理人提供有关不同项目和内容的工程报告单供审批。报告单的主要项目为：各种测量、试验、材料检验、各类工程(分工序)检验、工程计量、工程进度、工程事故等报告单，或监理人指定需要提供的其他报告单。

5、按合同条款规定，承包人应在签订合同协议后的 28 天内，编制详细的施工进度计划和施工方案说明报送监理人。监理人应在 14 天内批复或提出修改意见，否则该进度计划视为已得到批准。经监理人批准的施工进度计划称为合同进度计划，是控制合同工程进度的依据。承包人还应根据合同进度计划，编制更为详细的分阶段或分项进度计划，报监理人审批。

6、合同进度计划应按照关键线路网络图和主要工作横道图两种形式分别编绘，

并应包括每月预计完成的工作量和形象进度。所提交的关键线路网络图、主要工作横道图中的一切主要活动应与工程量清单中的项目一致。关键线路和与里程碑的相关联系必须清楚标明。年度、月度的任务(工程量和价值)、资源需求及累计进度必须标注清楚。提交计划时,应将制订依据、逻辑说明、资金流量、资源提供柱状图表以及使用的输入数据的副本等一并提交。

7、不论何种原因造成工程的实际进度与合同进度计划不符时,承包人可以在实际进度发生滞后的当月 25 日前向监理人提交修订合同进度计划的申请报告,并附有关措施和相关资料,报监理人审批;监理人也可以直接向承包人作出修订合同进度计划的指示,承包人应按该指示修订合同进度计划,报监理人审批。监理人应在收到修订合同进度计划后 14 天内批复。监理人在批复前应获得发包人同意。

8、施工方案说明包括形象进度图(柱状图表)和资金流量表,如出现以下几种情况时,应予以修改。即:

- a、承包人改变了方案的逻辑线路或改变了其建议的施工程序。
- b、施工期无任何理由产生延误。
- c、实际工程进度与计划进度严重不符以及监理人认为有必要修改时。

9、分部工程和分项工程施工计划

承包人应根据合同进度计划和年度施工计划,制订各分部工程的施工计划和某些分项工程的施工计划,并在该分部工程和分项工程开工前 14 天报请监理人批准。承包人在施工过程中必须严格执行监理人批准的施~『二计划,若发现需要调整或修改时,应再次报请监理人批准。如承包人未按批准的施工计划施工,监理人有权责令其立即纠正,或令其暂时停工。

10、编制施工方案说明使用的全套软件,应经监理人批准,并向监理人提交拷贝,以供执行合同时使用。编制施工方案柱状图表、资金流转表以及提供软件所发生的一切费用应由承包人负担,即应被认为是包括在合同单价之内,不另行计量与支付。

11、承包人必须按照合同进度计划和施工方案说明的要求确保投入并及时到位,监理人应依据合同条款督促其实施。

12、工程建设管理软件

根据工程管理需要,机电承包商应按发包人要求,配备工程管理软件。

(1)承包人应统一配备发包人指定的工程管理软件系统,并建立网络系统。网络带宽不宜小于 10M。

(2) 承包人应根据工程管理软件系统的要求配备专用计算机网络设备。计算机的硬件及软件配置应满足能够使工程管理软件系统的顺畅运行的要求。

(3) 工程管理软件系统应由专人负责操作，并保持系统的安全性和稳定性，定期更新杀毒软件 and 进行系统维护，备份相关管理数据。

106.3 专业分包、劳务分包、人员培训

1、承包商专业分包和劳务分包应按照合同条款第 4、3 款的相关规定执行。

2、承包人应加强现场施工人员(包括劳务人员)的岗位和技能教育，加强质量、安全知识的岗位培训，做到人人懂质量、人人抓安全、科学管理、文明施工。

106.4 承包人的施工机械与仪器设备

1、一般要求

(1) 用于工程施工的一切施工机械，必须类型齐全、配套完整并与施工质量和进度相适应，其机械状况应满足工程要求，且能做出保证质量的作业。

(2) 施工机械的使用与操作，应不使路基、路面、结构物、邻近的公用设施、财产或其他公路受到损伤、损坏或造成污染。

(3) 承包人承诺的施工设备必须按时到达现场，不得拖延、缺短或任意更换。尽管承包人已按承诺提供了上述设备，但若承包人使用的施工设备不能满足合同进度计划和(或)质量要求时，监理人有权要求承包人增加或更换施工设备。承包人应及时增加或更换，由此增加的费用和(或)工期延误由承包人承担。

2、规范规定的施工机械

(1) 如规范要求某项作业需由某种施工机械来完成，则必须使用该种施工机械，除非监理人批准使用其他机械。

(2) 如果承包人要求使用非规范所规定的施工机械，则应向监理人提交书面申请，对替换使用的施工机械应充分说明和解释作出这一变动的原因。

(3) 上述书面申请必须获得监理人批准后，替换施工机械方可投入使用。同时，丝毫不能免除承包人按合同所规定的任何责任或义务。

(4) 如果替换的机械经试用后，监理人判定其作业成果不能满足规范要求，承包人应中止使用该替换机械，并应按照监理人指示仍使用规范要求的施工机械进场，发生的费用由承包人负担。

(5) 根据工程的实施，承包人在提交施工进度计划时应附上一份详细的进场施工机械表。表中应包括各种机械的型号、能量大小、功率、产地、出厂日期、数量以及

进入工地的日期，并报监理人批准。承包人应在监理人批准的时间内将表列所有施工机械装备运至工地。没有监理人的书面同意，承包人不得将施工机械运出工地。

（6）施工机械与仪器设备应处于完好状态，并按相关规定及时开展了鉴定或精度标定，并在有效期内。

106.5 工程变更

工程实施过程中的工程变更应按照合同条款第 15 条的相关规定执行。

106.6 商务文件

承包人应将他与分包人、供货商的分包合同、供货协议、劳务合同等商务文件提交给业主和监理工程师。供货合同或设备材料应注明业主和监理工程师对货物检查与测试的有关要求。

106.7 工作时间

合同规定的正常工作日为除星期六和星期日及法定假日以外日历上所有的天数。承包人欲在正常工作时间外进行工作，须事先报监理工程师审批。

106.8 进度照片、施工记录和宣传资料

1、承包人应保存和提供工程进度照片，关键性的施工程序应用摄像机拍录像。照片保存数量与摄影的位置要足够多，以确切记录工程进度。拍摄日期应记录在照片上，每张照片背面都应贴有清晰打印的关于拍摄位置、项目和工程特性的说明。承包人应提供相册存放照片。该相册为业主的财产。

2、进度照片的合同单价包括提交给业主的底片、照片、胶片的费用，以及照片、胶片上确认标记的费用。

3、没有得到业主批准之前，承包人不得发表任何资料、刊物、文件、或以任何方式发表包含工程技术细节的文章。

4、除非事先得到业主的书面批准，承包人不得将工程照片用于发表。

5、如果业主要求，承包人应无偿提交每一照片的拷贝，以供业主保存。

6、承包人应保存和管理好工程进度记录，这些资料包括对工程进度的评估和进行工程质量评定所必需的材料以及施工机械与设备资源使用情况。在工程完工时，这些记录连同竣工资料一起上报业主和监理工程师的审批。

107 联合设计和软件开发

107.1 一般要求

1、承包人应根据其响应招标文件的系统方案和功能要求，或者投标时被业主明确接受的比选方案进行详细技术设计，包括系统设备和应用软件的技术设计。

2、所有承包人提供的设计文件、图纸、设计说明、受力计算等设计资料均应由具有相关资质的单位编制或者审核，并加盖有资质单位的图章。

3、所谓的联合设计即在施工前，承包人联合业主、设计、监理、供电部门以及相关专业的承包人，就施工前的技术、界面衔接、图纸会接等问题进行前期准备，避免边施工边改图的现象发生；同时在招标的合同文件提供的技术规范、图纸的基础上，由承办人根据进场后现场详细调查情况，对招标文件的设计图进行安装图的细化和补充或提出修改意见，特别是招标图纸中未体现的施工难点，同时协调其他承包人进行专业的图纸衔接和会对，进行盘柜和非标设备的制作进行设计，联合设计图一般包含：

- (1) 现场详细勘察资料；
- (2) 与设计单位图纸交底意见以及根据交底意见补充的设备安装图；
- (3) 投标时接受的优化方案或施工修改方案，并提供施工安装图；
- (4) 供电部门对接入电网节点变电所的审查意见以及承包人修改后的图纸
- (5) 配电盘柜设计图、器件配置规范书；
- (6) 非标设备制造图；
- (7) 按各变电所、隧道分列设备清单；
- (8) 补充的设备安装图；
- (9) 与其他专业的图纸衔接和会对，提供接口图；
- (10) 其他

107.2 联合设计

1、承包人应在合同生效后，立即组织具有相应设计资质的设计人员根据合同文件的规定和要求，以及业主要求进行各系统详细技术设计。业主在各系统技术设计中将派人参与承包人完成各系统的功能、方案、外观设计、图案等方面的设计。联合设计的一切费用由承包人承担，并包含在合同报价中。

2、技术设计应分系统进行，承包人应根据合同文件提供的技术规范、图纸、投标时业主接受的系统方案以及技术设计阶段业主提出的系统要求，尽快进行本工程各系统实现系统功能和要求的软件和硬件方面的详细技术方案设计。该技术设计主要包括系统技术方案、系统功能、系统的实现方式、设备的连接方式、设备详细配置、系统接口要求和系统软件等方面的详细说明和图纸描述及相关资料。

3、承包人在按照施工组织计划中规定的提交时间向业主和监理工程师提交各系统技术设计文件各 6 份，供业主、设计单位和监理工程师进行审查。技术设计文件审

查后承包人应尽快修改完善,并按照设计图纸要求正式向监理工程师提交修改后的技术设计文件 6 份。技术文件审查过程中的审查会议组织费、专家审查费、专家食宿及交通费等由承包人负责,并包含在合同总价中。召开审查会议的时间、参与人员由业主选定。

4、技术设计一经业主和监理工程师批准,承包人应尽快根据批准的技术设计图纸和文件准备各分项工程的设备制造加工图、施工安装方法、施工安装工艺图等施工图纸。

5、即使技术设计文件审查通过并获得业主的批准,并不能解除承包人对执行合同工程的义务和责任。

6、如果技术设计文件审查不能通过,承包人必须按照招标文件的要求以及投标文件中的承诺重新开展技术设计,直至技术设计文件评审通过并获得业主的批准为止,此期间发生的一切费用均包含在合同总价中,由此而引起的工期延误等一切后果由承包人自行负责。

107.3 施工方法和安装工艺

1、承包人应根据监理工程师批准的技术设计文件图纸进行测量定位和编制施工工艺图,以适应工程管理要求。并将安装工艺图等设计图纸作为合同图纸的补充,并根据施工组织计划中列明的时间将施工工艺图上报监理工程师审查批准。

2、所有设备制造加工图、安装工艺图均应与技术规范的规定和监理工程师批准的技术设计保持一致。

3、工程的设备制造加工图和安装工艺图应包括由于施工需要由承包人提供的补充设计,如细部布置图、装配详图、安装图、设备表和规范中专门规定必须在某一工程项目施工前经监理工程师审查的其他资料。

4、承包人应在定制设备或非标产品开始加工前 28 天向监理工程师提交设备的制造加工图,经监理工程师批准后,方可进行制造加工作业。承包人在单项工程现场安装开工前不少于 28 天,将此工程的安装工艺图报送监理工程师审批,经监理工程师批准后方可开始安装作业。

5、安装工艺图应符合 A3 图纸的标准尺寸。每张图和计算表都应标有项目编号、名称及其他注释。承包人至少应向监理工程师提交 6 套图纸。

6、工程中所有分项工程或者设备的安装工艺图均应根据监理工程师批复的项目施工进度计划中列明的该分项工程或者设备安装时间前 28 天提交监理工程师审批。

7、承包人应按监理工程师要求提供 1 份对各分项工程施工方法和安装工艺要求的说明和描述。其中包括所建议的施工方法和安装工艺的详尽解释，并按施工组织设计尽快由承包人用书面方式提交监理工程师审批。

8、有关施工方法的陈述如果没有如期提交，或没有按照监理工程师的要求涉及到特别的细节内容，监理工程师依据合同条款，可以指示承包人暂停工程，直到本条要求被执行。

107.4 软件设计

1、计算机软件包括合同中各个系统中操作系统软件、数据库、应用软件、开发平台和工具以及各个设备的驱动软件和控制软件等。

2、本工程中使用的操作系统软件、数据库、应用软件、开发平台和工具、硬件设备驱动软件和控制软件等均应使用合法来源的正版软件，严禁使用盗版软件。因使用盗版软件而产生的一切后果由承包人承担。

3、本工程中应用软件的开发应遵照国家有关计算机软件开发的相关法律法规和程序的要求。

4、应用软件开发周期分为：计划研究阶段、需求分析阶段、设计阶段、实现阶段、测试阶段以及运行维护阶段。按照总体施工组织设计安排和应用软件开发的进度在各个阶段及时向监理工程师提交应用软件开发过程中必须编制的各种文件，供监理工程师审查。

5、应用软件开发文件编制中的《项目开发计划书》应随工程施工组织设计提交监理工程师审批，《软件需求说明书》、《数据需求说明书》、《概要设计说明书》应在各系统技术设计时完成，并与技术设计文件一并提交专家评审会审查。评审会审查后进行修改，报监理工程师审批。监理工程师批准后，承包人按照批准的概要设计编制软件的《详细设计说明书》和《数据库设计说明书》，并进行软件的代码编写工作。

6、承包人在软件开发过程中编制的文件应按照国家软件开发规范中规定的标准用语、符号和方法进行。

7、承包人完成应用软件编制任务后，应在现场安装之前对软件进行模拟测试，监理工程师在接到测试通知后，将根据需要决定是否派员参加软件的安装前模拟测试工作。

8、应用软件在系统完工测试时应根据国家《工业控制软件评定准则》的规定和要求对软件进行功能测试、可靠性测试、用户友好性测试、性能测试、可维护性测试、

可移植性测试及可扩展性测试等等。

9、应用软件的用户手册、操作手册、管理手册、维护手册等文件资料应根据国家有关规范进行编制。

107.5 施工安装图图纸

1、承包人应按下列要求提交图纸和设计文件供业主和监理工程师审批。

(1) 图纸、打印件、复印件应规范化、内容清晰，符合国家有关制图标准。

(2) 图纸的规格尺寸应符合中国国家标准，所有图纸应有图名、图号、比例、日期和设计、复核、审核者的签名。

(3) 当提交总体布置图时，应在图上表示出所有机电设备的位置等详细内容，包括安装、维修、更换所需的空间和环境要求、重量、基础和紧固件。

(4) 当提交设计方案和图表时，应包括描述设备功能和操作所需的辅助资料，这些文件在提交时仅是原则性地批准。必须在系统设备测试合格后，再最后验收。

(5) 所有涉及土木工程合同设备基础的技术要求文件和房建工程的各种机房、控制室技术要求文件和工艺要求文件也应提供。

(6) 当图纸修改或再次提交审批时，应在图纸上清楚地标出所修改内容，修改后图纸还应注有修改设计图纸序号。

(7) 提交审批的设计或图纸应包括下列内容：

图号（包括修改后图号）

图名

提交审批的日期

设计说明

设计证书

能使业主和监理工程师做出最后决定的材料

2、用于说明可选方案或者提供资料不完整的图纸，不包括在审批范围之内。

3、加工设备和非标产品详细的加工图（制造用图纸）必须提交监理工程师审批。

4、计算书和表格应提交监理工程师批准，除非规范中另有要求，否则，提交审批的材料仅是模型公式或范例。

5、如果监理工程师认为需要其它设计、图纸、计算书、范例、模型或公式，或对某些设计、安装、操作或维修进行说明解释，那么承包人必须提供这些材料。

107.6 设计评审/批准程序

1、监理工程师应按照合同条款的规定对工程设计文件进行审查和批准。

2、在设计审批/核查程序中，监理工程师可根据规范要求承包人提交所有设计文件或修改与变更方案，该项费用由承包人承担。监理工程师收到报审设计文件后，将在合同规定的期限内审定并正式通知承包人。

(1) 承包人提交的设计文件通过评审：

该批复意味监理工程师已核查和批准了承包人提出的方案，可以进行与定货、制造或安装方面有关的工作。其评定标准是承包人提交的设计基本上不需要修改。

(2) 承包人提交的设计文件原则上已通过审批

该批复意味监理工程师在总体方面已同意承包人提交的方案，但某些细节方面需要较大的修改。监理工程师将指出不太满意的内容。是否定货、制造、安装也将分别列明。

(3) 承包人提交的设计文件没通过评审

该批复意味承包人提交的方案不能满足规范的要求或机电设备将不能正常工作，业主和监理工程师将列出不批准的内容。

承包人应将监理工程师没有批准的图纸、计算书或其它资料修改后重新提监理工程师审批，并且不能延误工程的实施与完成进度。

在得到监理工程师审批之前，承包人不得做任何与待批项目相关的工作，否则后果自负。

如果监理工程师在 28 天内没有采取上述 (1)、(2)、(3) 之中的任一行动，则意味着监理工程师对设计文件已经认可。

3、监理工程师对相关设计文件的审批将不解除承包人的责任和义务。

107.7 设计文件和软件的版权

承包人应保证业主享受承包人所提供设计文件、图纸和软件的版权，并且对这些设计文件、图纸和软件的使用没有限定条件，以免妨碍业主将来的设备维修、备件采购、更换和系统扩展等项工作的顺利进行。未经业主书面同意，承包人不得把本工程所用的任何设计文件登记注册。业主有权使用这些设计文件、图纸和软件等文件。

108 工厂监造与测试

108.1 概述

1、业主和监理工程师的代表将参加设备的工厂测试，承包人应尽可能把有关测试安排在一起。

2、业主和监理工程师将确定机电设备和材料的工厂测试和监造的具体时间计划与测试内容、测试方法。承包人应在业主和监理工程师进行检查和测试之前协调相关分包人和供货商做好测试准备工作。

3、承包人应将设备、材料测试的内容及时间详细说明在工程进度计划中，并在正式测试前八周，再进行确认，以便业主和监理工程师安排日程。

4、承包人应在工厂测试前 14 天，书面通知业主和监理工程师所要进行测试的全部细节，其中至少包括：

数量（包括铭牌的细节）

外部涂层

工艺质量

正常运行试验

安全装置试验

性能试验

5、业主代表和监理工程师赴承包人或制造商的工厂开展设备监造和测试所需的费用，包括交通费、食宿费、出差津贴及健康保险等，据实在合同规定的相关暂定金中列支。除此以外，承包商及其分包商、供货商、制造商为开展工厂监造与测试所需的其他相关费用由承包人承担。

根据合同规定或监理工程师指定需要工厂监造与测试的设备材料，必须通过工厂监造与测试合格后才能交付运输。

6、业主和监理工程师同意通过工厂测试，并不能推卸承包人按合同完成所有工程的责任，也不能解脱合同规定的任何义务。

108.2 工厂测试

1、承包人应提交一份详细的测试清单，说明各项试验所采用的方法和所需时间。试验时间应满足承包人完成规定的测试工作。

2、测试内容与测试方法应根据上述要求提交详细说明，并按业主和监理工程师批准的测试大纲开展准备工作。未经业主和监理工程师事先批准，不得擅自更改。

3、工厂测试将分成以下三种试验：

环境测试：包括高低温、振动、湿度、耐久性等例行试验；

技术测试：包括单项设备的功能和技术性能指标测试等；

系统测试：包括分系统、系统的功能和运行测试等。

4、工厂测试工作应在承包人专业工程师的指导下进行，该工程师应具有大学本科以上学历和至少 5 年的专业经验。

5、承包人应负责并承担各测试数据的记录。测试合格后 10 天内，承包人应提交 2 份正式的测试报告和图表，报业主和监理工程师批准。如果业主和监理工程师未参加现场测试，承包人还应将测试记录原稿提供给业主和监理工程师，当业主和监理工程师批准测试报告后，该项装置即认为该设备材料测试合格，承包人可交付装运。

6、如果在测试期间出现故障，应对业主和监理工程师详细解释和说明故障的情况。由业主、承包人和监理工程师决定该故障是小错或者在测试继续以前故障是否必须被排除。

7、测试期间出现的故障如不影响系统的正常操作，可在测试完成以前无须加以排除。如果有影响，业主和监理工程师应决定哪项测试或测试的哪部分必须重新进行。

8、重新某项测试或测试的某一部分所花费的时间不考虑在测试时间之内，重新测试所花费的所有费用均由承包人承担。

9、如果业主和监理工程师确认设备与合同要求不一致，则设备工厂测试不通过。承包人应在 14 天内，说明理由和采取补救措施，以满足合同要求。

10、业主和监理工程师将通过书面方式把发现的小故障（在装运前都必须予以排除）通知承包人。

11、工厂测试合格并不排除承包人在设备运输、安装过程中的责任。

108.3 质量保证

1、厂商资格

机电设备、材料供应厂家至少要有 5 年制造这种设备、材料的经验。电子设备、材料厂家至少要有 5 年的实践经验。获 ISO 9001 认证的厂家和单位将被优先考虑。除非业主和监理工程师另有批准。

2、铭牌

各项设备都应附有铭牌，注明厂商名称、产品系列号与型号、制造日期。

3、材料与工艺

（1）除非在本技术规范中另有规定，所有设备、材料及工程中使用的产品都应当是新型的编目标准产品，其等级适用于本工程。具有商标名称、制造或分类号的任何设备、材料、产品或专利工艺只能认为是具有一定的质量标准。承包人也可采用其它质量相同的设备、材料、产品或工艺，但需经监理工程师的书面批准。

(2) 应尽量避免相邻使用不同电气性能的金属, 否则其电化电位差不得超过250mV。如达不到此要求, 则其中一种或两种接触面应加电镀; 或另外加工, 使电位差降低以符合要求; 或采用批准的方法使两种金属互相绝缘。

(3) 本合同所有工作应按最合理的工艺技术来完成。监理工程师可以书面形式向承包人提出撤换技术不熟练、工作不细致或不称职的任何雇员。

4、出厂质量检测报告与合格证

设备、材料均应有产品鉴定书或生产许可证, 并附厂商出具的同批次产品的出厂质量检测报告或合格证。

5、工艺规程要求

(1) 所有机电设备的外观和颜色应由业主和监理工程师选择, 设备的外表层处理和喷漆的工艺规程应符合规范, 并由监理工程师批准。

(2) 在缺陷责任期开始之前, 发生设备表层处理和喷漆的缺陷与损坏, 承包人应重新进行表层处理和喷漆工作, 并使监理工程师满意。

(3) 所有设备的性能应不受邻近的桥梁和隧道照明、电磁辐射等的影响, 同时也不应影响本系统设备或其它设备的性能。如果需要电子滤波器来保证设备性能, 承包人应提供和安装适合的滤波器。

(4) 所有机电设备要保证在其附近的人员安全。位于公众区域的设备要封装起来, 封装应表面平滑、能防止损坏和使灰尘、湿气进入。门应选配钥匙。

(5) 类似的工艺规程, 应遵循经监理工程师批准的第一次作业样板程序施工。

(6) 所有电缆布设图应根据每一种电缆的规格、直径和长度详细列明。

109 包装防护与现场验收

109.1 设备包装与防护

1、所有现场交付的设备应有良好的包装和防护措施, 以免因搬运、不良气候条件和其它不利影响而受损害。在安装与使用前不得打开包装和防护材料。

2、为了安全运输, 所有设备产品均须妥善包装以免在运输途中和交货时受气候条件的影响。包装标准和要求应符合同类设备产品的相关要求。

3、包装与防护使用的材料应符合国家相关法律法规与动植物检验检疫的相关规定和要求, 并在设备安装后及时从现场撤离或按规定处理包装材料, 以免造成环境污染与病害传播。原则上不使用松木作为包装材料, 如确须使用, 必须按照松材线虫病预防与防治工作的要求办理《植物检疫证书》。

4、设备包装箱内应附有详细的装箱单与产品技术说明资料，以及相关配件材料。包装箱外层还应标注设备的包装尺寸、重量、产品名称等相关信息。

109.2 现场验收与质量抽检

1、承包人设备、材料到达现场后，业主和监理工程师应在现场检查验收。检查内容包括设备品牌、型号、数量、装箱单、出厂质量检测报告或合格证、国外产品商检，以及对设备进行加电测试以确认在运输过程中无损伤。承包人应对在检查中发现的损坏和缺点进行修正和补救。

2、在运输途中或在工地上受损的设备、材料，如无法修正和补救，监理工程师应予拒绝或要求承包人予以更换，业主不承担由此而带来的额外费用，也不考虑因此而延长工期。

3、业主和监理工程师对设备材料的质量有疑异时，可要求承包商将设备材料送专业机构检测。如不合格，应予以更换。

4、业主组织或委托专业机构开展现场验收与质量抽检的测试费用，据实从合同现场验收与质量第三方抽检费（暂估价）中列支。

110 许可证、证明书及审批

1、承包人应从政府、地方机关及其它有关的团体或有关方面取得所有必须的许可证、证明书和其它类似的书面承诺，如果有要求，承包人应向业主和监理工程师提交相关许可证及证明文件。此项费用包括在合同总价中。

2、进口设备和材料，承包人应负责从中国相关机构获得的设备所需的审批、操作证书和类似的材料。为获得审批、操作证书等材料所需的费用被认为已包括在合同总价中。业主和监理工程师将为承包人获得上述审批或证书提供必要的协助材料。由于没有得到所需的证书或审批而延误工期或增加费用由承包人自己负责。

3、本合同要求提供的设备和系统必须通过中国有关机构进行型式测试或产品审批。未通过型式测试或产品审批的设备和系统，应委托官方批准的独立测试机构开展测试工作。

4、所有专利产品应经业主和监理工程师审批。由于承包人未能提交详细的审批材料而造成工期延误由承包人自己负责。承包人应保证了解专利产品生产厂家对设备运输、贮存、安装、测试、试运转、运行操作方面的要求与建议。

111 驻地建设与临时工程

111.1 设备运输

1、经监理工程师同意，承包人有权随时进驻工地。对于大型车辆进驻工地的管理，应按国家相关规定和业主要求执行。

2、承包人应严格遵守公路交通部门、交通警察部门和有关机构对专用交通车辆通过的有关规定。

3、特大型车辆的行驶路线、时间应按规定报交通警察部门确定，承包人应负责获得专用车辆通行证。

111.2 临时工程

1、承包人在进行临时工程与设施的建设时，应遵守当地运输管理、公安、供电、电信、供水、环保等有关部门的要求和规定。

2、承包人为实施永久性工程可建设必要的临时工程，包括项目部、工棚和仓库等。没有监理工程师批准，承包人不得随意在现场修建任何构造物，但承包人临时工程的布置应与工程构造物保持一定的距离。承包人应将各种用地范围和办公室、仓库、工棚等布置平面图复印件保存在承包人的现场，以便监理工程师检查。

3、在永久性工程完工时，承包人应移去、拆毁、清除或按监理工程师指示处理所有的临时工程。

111.3 承包人驻地建设

承包人应在项目沿线适当位置按照标准化要求开展项目部驻地建设，项目部应配备电脑、电话、传真机、文件柜等，以及所需的设备存储仓库。此项费用已含在合同报价中。

111.4 施工临时用电

承包人的临时用电必须符合国家电力管理有关标准或业主和监理工程师的要求。此项费用已含在合同报价中。

111.5 承包人工作通道及施工用地

1、承包人可建设施工通道、储存、堆料、办公室、居住设施、食堂及其它区域应在规定的区域内，并听从业主和监理工程师的指示。

2、在项目开工前，承包人应向监理工程师提交一份所有设备、材料储存、进入通道用地及建议位置。

3、除非监理工程师同意，承包人不得用公共的或未经允许的私人的道路来储存或堆放设备、材料、工具及临时工程的设备。承包人应尽量不干扰公共道路，并保持通行道路（不是由工程临时占用的）始终处于干净、可通行和安全状态。

4、如果承包人利用未竣工道路作为通道或进行施工运输，那么工程完工后，承包人应负责保养维护这些道路，并将其恢复到原来状态。

5、如果承包人决定对通道进行改造，那么承包人应在道路使用完毕后将道路恢复到最初的状态，或恢复到业主和监理工程师指定的状态。

6、除非合同另有规定，承包人依照本款开展的所有工作费用均被认为已包含在相关永久工程之中。

112 工程保险

承包人应按照合同保险条款的相关规定，以及《关于我省高速公路在建工程保险有关事宜的通知》执行。

113 施工安全和环境保护

113.1 安全法规

1、承包人、分包人及其施工人员应严格遵守适用于本工程的安全法律、法规。

2、承包人应遵守《中华人民共和国安全生产法》、《建设工程安全生产管理条例》、《安全生产许可证条例》、《公路水运工程安全生产监督管理办法》的相关规定。承包人应当取得安全生产许可证，单位的主要负责人、项目负责人、专项安全生产管理人员必须取得考核合格证书；承包人应当建立健全安全生产责任制度和安全生产教育培训制度及安全生产技术交底制度，制定安全生产规章制度和操作规程，保证施工安全生产条件所需资金的投入，对所承担的公路工程进行定期和专项安全检查，并做好安全检查记录。

3、承包人应遵守《公路工程施工安全技术规程》JTJ 076-1995 的有关规定外，还应遵守其它有关指导安全、消防、健康与环境卫生方面的法规和规范，并提供相应的安全装置、设备与保护器材及采取其他有效措施，以保护现场施工和监理人员的生命、健康及安全。

4、承包人应采取一切措施确保工地施工人员的健康和人身安全以及安全高效地实施工程。承包人应为其雇员和设备提供安全保险，包括人身安全，防灾及防盗保险等。在机电工程施工全过程中（交工验收前），承包人应负责承担所有未移交给业主方设备的财产损失。

5、业主和监理工程师可以要求承包人解雇那些不遵守现场安全法规的工作人员。如果业主和监理工程师事先没有同意的话，这些施工人员不得再次被雇佣到现场工作。

113.2 安全机构与设施

1、承包人除采取其他措施满足合同条款的要求外，还应成立工程安全委员会。承包人在进驻工地前 30 天应提出驻地安全委员会人员的姓名和资历供业主和监理工程师审批。安全委员会应提出有关工程安全、防止污染、卫生、健康等方面的决定或建议，并承包人应立即执行，不得有任何延误。

2、外场现场安装的工作人员应穿反光安全服，业主和监理工程师认为有必要时，还应戴安全头盔、护眼、耳罩和安全带等。在外场施工现场须按规范设置反光锥型交通路标和施工警示标志。

113.3 一般安全措施

1、在施工安装期间，承包人应按合同要求尽早提供和使用进入工地的平台，通道等设备，以及临时设施。

2、承包人应将详细的安全法规和紧急处理程序提交安全委员会审批。

3、承包人应将批准的安全法规和紧急处理程序分发给各施工现场。承包人将根据安全委员会的要求修改安全法规和紧急处理程序的内容。

4、承包人应当设立安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。施工现场应当按照每 5000 万元施工合同额配备一名的比例配备专职安全生产管理人员，不足 5000 万元的至少配备一名。

专职安全生产管理人员负责对安全生产进行现场监督检查，并做好检查记录，发现生产安全事故隐患，应当及时向项目负责人和安全生产管理机构报告；对违章指挥、违章操作和违反劳动纪律的，应当立即制止。

5、承包人的垂直运输机械作业人员、安装拆卸工、起重信号工、电工、焊工等国家规定的特种作业人员，必须按照国家规定经过专门的安全作业培训，并取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业。

113.4 消防规程和安全措施

1、承包人应严格遵照消防规程、本规范及业主和监理工程师要求，在有潜在危险的地方应放置便携式灭火装置。

2、当施工现场发生紧急情况时，承包人的一切工作应服从消防部门指挥，直到消防部门解除紧急状态为止。

3、如果业主和监理工程师认为使用的裸露照明装置可能引起火灾，那么承包人应按业主和监理工程师的要求增加预防措施和灭火设备。承包人对本条款的响应并不

能解除他对合同应承担的责任。

113.5 急救与医疗设备

1、承包人应对其的管理人员和作业工人的安全负责，并负责向业主和监理工程师及现场管理人员提供必要的急救设备。

2、在工程实施过程中承包人应雇佣一名有资格的专职急救员监督、指导施工现场健康保护、事故防护的方法，以及检查所有安全规则与条例的执行情况。

3、承包人应在现场配置必需的药品储备和医疗设备。药品储备和医疗设备的规模、质量与标准应由业主和监理工程师认可。承包人应保持这些药品储备和医疗设备充足，并处于有效期内。

4、承包人应按照相关程序和要求上报业主和监理工程师施工现场发生死亡或严重伤害的事故，同时承包人还应每月提交一份事故报告。该报告包含所有事故发生的时间、损失、采取的补救措施及业主和监理工程师需要的其他详细资料。

113.6 危险品和辐射

1、承包人应按照危险品运输和贮存安全条例的要求确保所有易燃气体、油料、易爆物或其他危险品的运输和贮存安全。

2、没有监理工程师的批准，承包人不能进行危及人身安全的电离或静电辐射的操作，承包人应确保所有工作人员和社会公众免受辐射影响。每一辐射区应用警示标志和隔离护栏给予警告。

113.7 设备测试安全

在设备测试期间，承包人应确保机电设备测试周围和现场工作人员安全。

113.8 施工机械设备操作安全

1、根据工程施工需要，承包人应提供机电设备、材料所需的起重、升降、开挖设备以及检测工具。这些设备和工具应根据有关技术规范定期进行维修和保养。

2、所有的起重设备应清楚地标明安全工作荷载并安装有超载警告装置。

3、所有起重设备应由熟练的持证工作人员进行操作。

4、所有起重和升降、开挖等设备都应根据有关规范进行测试并在设备和工具进入施工现场之前，承包人应提交测试合格证供监理工程师审批。

113.9 环境保护

1、承包人在工程施工中，应严格遵守国家环境保护部门的有关规定采取环保措施，以预防和消除因施工造成的环境污染，保护土地和植被，并确保业主不因污染而承担的相关处罚和索赔。

- 2、承包人生产、生活设施应符合环保要求，并接受当地政府及有关部门的监督。
- 3、承包人在施工期间加强环保意识、保持工地清洁、控制扬尘、杜绝漏洒材料。
- 4、承包人应通过有效的技术手段和管理措施将施工噪声控制到最低程度。当施工工地距居民住宅距离小于 150m，要求夜间施工噪音不得大于 55dB。
- 5、承包人应及时处理施工和生活中产生的垃圾等废弃物，避免阻塞河流和污染水源。
- 6、承包人将施工及生活中产生的污水和废水，集中处理，经检验符合《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）规定后，才能排放河流或沟溪中。承包人不得把含有污染物质或可见悬浮物质的水，排入河流、水域、或灌溉系统中。
- 7、在施工过程中，由于排污、噪声、材料漏失等对周围居民和环境造成的损失由承包人自负。

113.10 安全生产费用

根据交通部公路水运工程安全生产监督管理办法的相关规定和要求，合同中列明的安全生产费用，应当用于施工安全防护用具及安全设备的采购和更新，安全施工措施的落实和安全生产条件的改善，不得挪作他用。

114 安装调试

- 1、在安装工作开始前至少 6 周，承包人应提交一份施工安装图（包括操作和维护程序），供监理工程师批准。监理工程师审批施工图文件的期限为 28 天。
- 2、如果施工安装图没有按期提交，或没有按监理工程师的要求提供详细的细节，则监理工程师有权依照有关合同条款指示承包人暂停工程，直到本条内容被执行。
- 3、施工安装图应详细说明所有设备部件的安装、测试和试运行的顺序和采取何种措施确保设备的正常功能、避免设备损坏和影响使用寿命，以及电缆的埋设、连接和测试等。
- 4、承包人不得在现场安装未经工厂测试或监理工程师批准的任何设备。
- 5、承包人应事先检查所有工作通道、门、房间的尺寸，以保证设备能顺利安装在正确的位置上。
- 6、在安装和调整位置作业中，不能损坏现有设备，承包人应在进入施工现场前 30 天通知监理工程师。
- 7、承包人完成设备安装与接线后，应开展设备与系统调试工作，调试工作应包含三方面内容：单机调试、分系统调试和系统联调。

8、承包人提供的单机调试、分系统调试和系统调试的测试项目应包括技术规范要求的技术指标项目和功能项目。

9、业主可协助承包人提供安装、调试期间所必需的燃料、动力、供电等问题，但由此发生的费用由机电三大系统承包人负担。

115 工程完工测试与验收

1、工程完工并经承包人质量自检，监理工程师质量抽检合格后，业主应组织工程完工测试。完工测试内容包括全部工程各系统的设备外观、安装工艺、综合布线、功能、技术性能指标、软件功能等方面的现场测试。

2、承包人质量自检比例为 100%，监理抽检比例不少于 30%。

3、承包人应根据业主和监理工程师提出完工测试大纲的要求和方法，做好测试准备工作，包括测试项目调试、现场操作、安全措施、后勤保障和服务等。

4、完工测试应包括以下内容，但不局限于此：

- (1) 设备安装的完工质量检查
- (2) 单项设备功能测试；
- (3) 单项设备技术性能指标测试；
- (4) 分系统功能与指标测试；
- (5) 系统功能与指标测试；
- (6) 系统联网运行测试。

5、设备完工质量检查中应着重检查以下工作细节：

- (1) 所有设备、电缆布线和配电安全、可靠。
- (2) 所有联锁装置、绝缘体、门、盖板安装适当和可以调整。
- (3) 所有外露的金属部分应根据 IEC 的有关规程和要求进行接地。安全接地和工作接地点应符合设备生产厂家的要求。

(4) 所有的电缆芯及端子应适当装配、固定、支撑并要有不同的颜色用以正确识别。

(5) 所有电源的相线和中性线及公共连接要正确，电压、频率符合工作要求。

(6) 所有电源要加保险或其它保护，使得在故障情况下能安全自动断开。

(7) 所有保护盖要合适。提示和标签要正确，并安装在适当的位置。机壳和机箱的内外都要干净无杂物。

(8) 蓄电池要安装连接正确，并保证有良好的通风。充电器要能正常工作。如

果采用可控硅充电设备，不能对机电设备产生干扰。

(9) 电缆和设备的绝缘电阻要大于 IEC 规定要求。

(10) 所有用于故障指示和报警的电子回路应工作正常。

(11) 所有用蓄电池供电的设备，在蓄电池额定供电时间内，不受交流电源故障、修理的影响。

(12) 所有设备和系统的性能指标要选用适当的仪器、方法进行测试，测试结果应符合合同规定。

(13) 所有源程序、自动编程器、程序调试工具、系统接口符合应用程序要求。

6、全套设备和所有已安装连接的附属设备符合监理工程师批准的有关施工安装图。如工程需要，测试可以分阶段进行。在所有设备安装完毕后，应进行操作运行状态下的最后总测试，确保分阶段测试对前期工程的技术性能无影响。如果设备中的任一部件未能通过上述测试，当故障排除后，承包人应自费重新测试并使监理工程师满意。

7、除非另有说明，设备中的电缆和专利元器件应根据相应的标准进行测试。当监理工程师有要求时，承包人应提供产品型式测试合格证书和文件。

8、在安装过程中应对电缆的绝缘阻值（包括线间绝缘、对地绝缘、环阻和不平衡电阻）进行检查和记录。电缆的每一根线芯及报警、控制回路的每一根电缆都要检查。在进行相关设备的测试之前，应完成电缆测试并经监理工程师认可。

9、测试仪器

(1) 承包人应配合提供合适的测试设备、仪器和测试人员，并排除测试过程中发生的故障。

(2) 承包人提供的仪器设备应按规定校验与标定。如果监理工程师要求，承包人还应在测试工作开始之前，委托专业机构对测试仪器进行标定。

10、业主组织或委托专业机构开展完工测试的费用，据实从合同完工质量第三方检测费（暂定金）中列支。

11、工程经完工测试（含复检）合格后，由业主组织工程完工验收，完工验收的相关费用由承包人承担，费用已包括在合同总价中。

116 试运行与交工验收

116.1 试运行的环境条件

承包人应确保所有机电设备在本项目现场环境条件下正常交付试运行。

116.2 试运行

1、试运转时间不少于连续三个月。如果由于承包人的原因，系统在三个月内达不到规范指标要求，则应在修复之后由双方重新确定再一次连续试运行开始日期。

2、在试运行期间，承包人应完成系统联调成功，相关缺陷、故障等不足已整改完成并检验合格。

3、承包人应在试运行期间负责修复、纠正或更换不符合规范要求的任何设备，由此发生的一切费用由承包人承担。

4、在试运行期间，承包人必须根据售后服务承诺的时限要求修复故障，并将故障分析和修复情况上报业主和监理工程师。

5、所有试运转期间设备的修改和软件变化都应在试运行结束后写入操作和维修手册中。

6、试运行所需的费用已包括在合同报价中。

116.3 竣工资料

1、工程完工后，承包人需按照交通部竣工资料编制办法和本规范的规定编制一整套准确、清楚的交(竣)工文件(包括原始的资料和安装、调试记录资料等)，并提供给业主。竣工文件(一式6份)，均为业主财产，竣工文件应以图纸复印件和电子版的形式提供。

2、所有竣工图文件应作为操作和维修手册的一部分，列入参考资料目录中，以便于系统和设备的维修、保养。参考资料的编排应经业主和监理工程师审批。

3、承包人在施工期内应开始编制已安装设备的资料。竣工图应体现所有机电设备的准确安装位置、机房布设、各设备间的连接、电缆走线；应标明设备、元器件、模块型号；详细说明各设备功能、软件流程，以及在操作、维修或修改、扩展设备时所需的其它资料。同一设备或器件的编号、分类应与其它资料保持一致。

4、竣工图应用计算机辅助软件进行绘制，图幅为GB4457规定的A3号，图的上、下边和右边留不大于10mm的图边线。每张竣工图需有图名栏，并用中文编写。

5、整个工程的所有竣工图纸应在交工验收前编制完成并经业主和监理工程师审查批准。

116.4 交工验收

1、工程试运行结束后，且符合交通部《公路工程竣(交)工验收办法》规定的交工验收条件，业主应向交通质监部门申请工程质量核验。

2、工程质量核验期间，承包人应配合相关质监部门或检测机构开展质量检测工作，相关配合费用由承包人承担。

3、经交通质监部门质量核验合格后，由业主组织工程交工验收，交工验收的相关费用由承包人承担。

117 缺陷责任期及竣工验收

1、缺陷责任期为 12 个月，起始时间为交工验收日。

2、承包人应在整个缺陷责任期内负责以纠正、修复或更换设备的制造和设计上的缺陷，由此发生的费用由承包人负担。

3、承包人应根据售后服务承诺要求开展相关服务。

4、在缺陷责任期内，承包人应免费进行故障和缺陷的维修工作，但系统和设备的日常维护及消耗品由业主承担。

118 备件和专用工具

118.1 备件及专用工具清单

1、承包人交工验收后，应按合同提供备品备件和专用工具包括零部件、元器件、专用工具、辅助构件、计量仪器和测试设备，承包人与其代理人签订的备件供货合同，应提交监理工程师认可并转送业主保存。

要求承包人保持各系统中替换备件的库存，以便在需要任何组件或单元时迅速地替换。

某些备件可能要到设计阶段才能最后确定，承包人应尽早将这部分备件的清单提供给监理工程师。

2、对每一备件或专用工具应提供下列资料，但不局限于此：

- (1) 制造厂家的部件号
- (2) 高速公路的项目号
- (3) 对备件的详细描述
- (4) 供货数量
- (5) 满足 24 个月缺陷责任期使用的预期数量
- (6) 全部尺寸包括包装箱(如果有的话)的外形尺寸
- (7) 与类似部件之间的互换性
- (8) 到指定港口的 CIF 单价
- (9) 备件或专用工具的供货来源—厂家名称、地址以及在中国的代理人

(10) 制造和运输时间

(11) 属进口备件或专用工具的报关文件材料

上述资料应提前交给监理工程师批准。

118.2 专用工具和测试设备

1、本合同采购的专用工具、辅助设备、计量仪器和测试设备应符合操作与维修手册或规范规定的所有功能要求,并按 109.1 和其他相关要求中的规定进行包装与标记。

2、本合同提供的所有测试设备必须是新采购的,专用工具和测试设备应配有工具箱或仪器箱。

118.3 随机备件

随机备件和特殊工具应与机电设备同时订货和制造,它们应根据本技术规范和通用电器规范进行制造、测试、包装、标签并由承包人负责运输至工地。随机备件和特殊工具应按规定时间交付给业主,以确保工程移交后,业主能进行正常的维修与保养。

118.4 备件及维修仪表、工具的费用

对于 119.1 和 119.2 中提及的备件及专用工具,由投标人在投标报价清单中填报它们的型号、数量、单价、合价、总价。

119 操作和维修手册(O&M 手册)

119.1 一般要求

设备的互换性应在操作与维修手册中详细描述。设备的部件(包括印刷电路板等级)应清楚标明组装号、序列号和变更等级。承包人应给业主和监理工程师提供设备清单,并作为是竣工图纸的一部分,用作维修及可靠性评价的基础数据。

119.2 操作和维修手册(O&M 手册)

1、概述

(1) 在系统试运行开始之前 1 个月内,承包人应向业主提交 2 份操作和维修手册(初稿)。并在缺陷责任期开始后不迟于 6 个星期向业主提交 6 份操作和维修手册正式稿,如有外文,应翻译整理成中文,O&M 手册中的重要部分应用中文编写。

(2) 每种设备应提供 2 份专用设备手册。专用设备手册是缩略本,应尽量减少无关的内容,并有详细说明,便于参照使用。

(3) 操作和维修手册中应对各系统的运行操作做出全面的详细说明。

(4) 对于系统中的某些设备或部件,如印刷电路板,承包人可直接使用这些设备与部件的生产厂家的资料和手册作为本操作维修手册的一部分,并根据手册的总目

录依次汇编，这种文件可保留原有封面。

(5) 有些设备或部件如在本地无法维修，必须送到厂家维修，那么，在 O&M 手册中应包括这些设备或部件的维修和拆装资料。

(6) 控制原理图要清楚表示出设备的操作、安装及各部分的连接和各部分间电缆的走向。全部控制原理图包括部件、接触器的说明、图例和附注，即电流范围、线圈电压等等及继电器的动作线圈、特殊功能的详细说明。

(7) O&M 手册应有目录表和专门术语（编写）的章节，为了使用户容易理解 O&M 手册的内容，应在手册中包括所需的框图、图纸、轮廓图和实际设备或系统的照片，同时，还应包括操作使用该设备的注意事项和设备的安全使用寿命。

(8) 每本手册都要有分目录来指示各节的内容，其中包括部件、备件清单、维修规范、故障诊断等等。每本手册后都应附上维修记录表格供职员作维修记录使用。

(9) 手册用纸质量要好，质量要求 150g/m² 以上，以免在经常使用时破损。正文和图表要清晰，每一册都要加装硬皮封面，并且要有塑料的或其它材料的保护膜。手册要装订起来以避免由于使用粗心造成篇页丢失。手册的装订要能使手册无论在哪一面被翻开时都能够平放住，在手册的背后还要提供一个用来装散张图纸等的口袋。

(10) O&M 手册的用纸标准尺寸为国际通用的 A4 号纸，承包人应保证印刷的内容不会褪色或看不清。图纸为 A3 号纸，并可独立成册。

2、O&M 手册的格式和编排

(1) O&M 手册可根据系统的组成分为若干册，第一册为总体部分。应包括以下内容：

题目页

与其它文件的卷数关系

目录

设备和控制部分概述

启动、关闭和紧急事件处理程序

设备操作的详细描述

设备总体布置图和机电产品维修与保养周期、次数，所用保养材料数量表和年平均需求量表等。

(2) 其余各册应针对系统某一组成部分进行专用描述，需包括以下内容：

第一节 操作

由以下内容组成:

- ① 系统主设备概述;
- ② 对目前已完成系统、每一设备的性能和整个系统启动操作运行进行逐项描述与介绍。对于关键内容、要点应特别表示,以引起操作者的注意;
- ③ 包括操作和周期性保养、维修等重点内容在内的操作说明,并以表格的形式列出操作可能出现的问题、原因和解决措施;
- ④ 正常关机和紧急关机的操作说明;
- ⑤ 安装和试运行说明;
- ⑥ 所有设备和系统的设计参数,即功率、电流、电压、温度等;
- ⑦ 有关技术规范中所规定的所有设备的系统特征图表,如消耗量、主容量、功率和效率等;
- ⑧ 所有机械和电子测试记录结果;
- ⑨ 报告和合格证;
- ⑩ 专用工具和测试设备使用方法。

第二节 维修、保养

包括以下主要内容:

- ① 组装和拆卸说明;
- ② 维修、养护说明;
- ③ 故障诊断、维修;
- ④ 预防维修、保养建议;
- ⑤ 设定;
- ⑥ 清除和调整数据;

第三节 维修、保养用图

第四节 部件目录

(3) 承包人提供的文件中包括计算机系统及其它电子设备的软、硬件材料,承包人按业主和监理工程师要求提供的手册应满足下列要求:

——这些文件包括下列内容,但不局限于此:

- ① 设备制造商提供的文件
- ② 硬件框图,并有注释及电子线路原理简述
- ③ 程序输入说明

- ④ 含有注释的程序清单
- ⑤ 流程图
- ⑥ 软件模块描述
- ⑦ 内、外存贮器操作说明
- ⑧ 有关操作系统和软件语言的编程手册

3、维修、保养用图纸

(1) 承包人应提交供业主方进行机电设备操作、维修和保养用的图纸。

(2) 图纸应包括以下内容，但不局限于此

规格、材料、表面处理和紧固件；

制造商代码，图纸系列号；

包括密封部件等的布线图；

规定的尺寸和误差；

电路原理图。

(3) 图纸格式应符合中国有关的制图标准

4、O&M 手册的验收

O&M 手册，维修、保养用图纸和推荐备件清单是竣工资料的重要组成部分，所有文件应经业主和监理工程师审查，才能通过验收。

5、O&M 手册的版权

所有文件内容将成为业主的财产，业主有权复制所有文件用于本高速公路各分系统工程中。

120 培训与技术支持

1、承包人应对业主的管理人员、技术人员、操作人员提供培训，以便对工程的实施进行有效的管理，并保证工程交工验收移交后，业主能够据此开展系统的全部运行、操作、线路维护、故障分析处理、设备维修和保养等工作。

2、技术培训应分为三类，第一类培训为业主的高级管理人员培训，在交工验收之前完成；第二类培训为业主的管理技术人员维护培训，在交工验收之前完成；第三类培训为业主的操作人员培训，在完工验收之前完成。

3、承包人应为技术培训提供有资格的教员、适用教材、良好培训场所及必须的设施、器材，应采取课堂讲解与演示相结合，并提供一个正在运行的模拟系统进行现场观测。

培训课程采用中文讲授，教材应用中文编写。

4、每类技术培训前，承包人应向业主和监理工程师提交一份详细计划、课程大纲、教材供业主和监理工程师批准，其中包括培训日期、地点、授课大纲、授课方式、教员职称与资历。

5、经过监理工程师的同意，承包人可应用待测试或试运行的机电设备作为培训环境。

在培训过程中，承包人应提供书面教学材料、模型、机器设备、投影影片、电影和其他材料作为教具，这些设备和材料所有权归业主。

6、承包人应承担所有授课人员、教材、设备及其它设施所需费用，但业主参加培训人员的相关费用（包括食宿费、出差津贴、交通费及健康保险等），由业主据实从合同规定的相关暂定金中列支。

7、在缺陷责任期满后，因系统出现修改和扩展系统或者相应设施的改造需求时，承包人应确保各供货厂家对他们的各自产品在设备寿命期内提供备件和技术支持，并提供优惠的采购报价。

8、所有设备在运行后，若发现材料、元器件欠缺，均应由承包人无偿补齐。

9、承包人应向业主提供将来用于软件修改所需的系统软件或硬件、元件、备件及专用工具。

121 计量与支付

121.1 一般要求

1、本规范所有工程项目，除个别注明者外，均采用中国法定的计量单位，即国际单位及国际单位制导出的辅助单位进行计量。

2、本规范的计量与支付，应与合同条款、工程量清单以及图纸同时阅读。工程量清单中的支付项目号和本规范的章节编号是一致的。

3、任何工程项目的计量，均应按本规范规定或监理工程师书面指示进行。

4、按合同提供的材料数量和完成的工程数量所采用的测量与计算方法，应符合本规范的规定。工程的计量应以净值(即设备材料的实际用于工程的数量)为准。所有这些方法，应经监理工程师批准或认可。承包人应提供一切计量设备和条件，并保证其设备精度符合要求。

5、除非监理工程师另有准许，一切计量工作都应在监理工程师在场的情况下，由承包人测量、记录。有承包人及监理工程师签名的计量记录原本，应提交给监理工

程师审查和保存。

6、工程量应由承包人计算，由监理工程师审核。工程量计算的副本应提交给监理工程师并由监理工程师保存。

7、全部必需的模板、脚手架、装备、机具、螺栓和垫圈等其他材料，应包括在工程量清单中所列的有关支付项目中，不得单独计量。

8、承包人应严格标准计量基础工作和材料采购检验工作。因不符合计量规定引发质量问题，所发生的费用由承包人承担。

9、工程数量表及数量汇总表仅是提供资料，不是工程量清单的外延。当图纸与工程量清单所列数量不一致时，以工程量清单所列数量作为报价的依据。当工程必须的设备材料未包含在工程量清单中时，作为工程量清单遗漏项目根据变更程序计量。

121.2 重量

1、凡以重量计量的材料，都应在精确与经批准认可的磅秤上，由称职合格的人员在监理工程师指定或批准的地点进行称量。

2、称重计量时应满足以下条件：监理工程师在场；称重记录；载有包装材料、支撑装置、垫块、捆束物等重量的说明书在称重前提交给监理工程师作为依据。

3、钢筋、钢板或型钢计量时，应按图纸或其他资料标示的尺寸和净长计算。搭接、接头套筒、焊接材料、下脚料和定位架立钢筋等，则不予计量。钢筋、钢板或型钢应以千克计量，四舍五入，不计小数。钢筋、钢板或型钢由于理论单位重量与实际单位重量的差异而引起材料重量与数量不相匹配的情况，计量时不予考虑。

4、金属材料的重量不得包括施工需要加放或使用的灰浆、楔块、填缝料、垫衬物、油料、接缝料、焊条、涂敷料等的重量。

5、承运按重量计量的材料的货车，应每天在监理工程师指定的时间和地点称出空车重量，每辆货车还应标示清晰易辨的标记。

6、对有规定标准的项目，例如钢筋、金属线、钢板、型钢、管材等，均有规定的规格、重量、截面尺寸等指标，这类指标应视为通常的重量或尺寸。除非引用规范中的允许偏差值加以控制，否则可用制造商的允许偏差。

121.3 面积

除非另有规定，计算面积时，其长宽应按图纸所示尺寸线或按监理工程师指示计量。

121.4 长度

1、凡以长度计量的材料，都应用精确与经批准认可的丈量工具，由称职合格的人员在监理工程师指定或批准的地点进行丈量。

2、电缆、光缆、护管或钢管计量时，应按图纸或其他资料标示(包括按规范规定的预留长度)的尺寸和净长计算。电缆、光缆由于波形增长、弛度增长、施工损耗等长度，计量时不予考虑。

121.5 结构物

1、结构物应按图纸所示净尺寸线，或根据监理工程师指示修改的尺寸线计量。

2、水泥混凝土的计量应按监理工程师认可的并已完工工程的净尺寸计算，钢筋的体积不扣除，倒角不超过 $0.15\text{m} \times 0.15\text{m}$ 时不扣除，体积不超过 0.03m^3 的开孔及开口不扣除，面积不超过 $0.15\text{m} \times 0.15\text{m}$ 的填角部分也不增加。

3、所有以延米计量的结构物(如管涵等)，除非图纸另有标示，应按平行于该结构物位置的基面或基础的中心方向计量。

121.6 成套的设备单元

如规定的计量单位是一成套的设备或设备单元，该单元应包括了所有必需的配件、内部连接电缆及相关作业。

121.7 计量

1、按本章要求完成的项目均以工程量清单中的相应项目及单位，以前述规定的计量方法计量。

2、安装测试及附件费用计入每个章节所列项目中，不再单独计量。

3、暂定金项目的计量，根据实际发生数计量。

121.8 支付

1、各项支付由承包人根据合同规定及工程实际完成情况申报，由监理工程师审查后支付。

2、合同条款中规定的工程一切险和第三方责任险的保险费，将根据保险公司的保单经监理工程师签证后支付。如果由业主统一与保险公司办理上述两项保险，则由业主扣回。

3、承包人驻地建设工程完工后，由监理工程师验收合格后分期支付，所报总额的80%，应在第1次和第2次进度付款证书中，以2次等额予以支付；所报总价中余下的20%，应在承包人将不需要的建筑全部移走和清除，并经监理工程师验收合格后予以支付。

4、竣工资料费在承包人提供全部资料，并经监理工程师验收合格后一次性支付。

5、在工程量清单中标明的暂定金部分，应根据业主和监理工程师批准实施的实际内容、数量和价格进行支付。

6、开工预付款的支付

在承包人提交了履约担保和签订了合同协议书并提交了开工预付款担保 14 天内工程师应按投标书附录中规定的金额签发开工预付款支付证书，并报业主审批。

开工预付款的担保金额应等于开工预付款额，开工预付款银行保函的正本由业主保存，该保函在工程完工验收后退还。

7、设备、材料款的支付

业主给承包人支付的设备、材料款（或预付款），以供购进将用于和安装在永久工程中的各种设备、材料之用。各项支付由承包人根据合同条款规定及工程实际完成情况申报，由监理工程师审查后支付。

8、工程完工的支付

在监理工程师签发完工证书后的 21 天内，承包人应以监理工程师批准的格式提交一份支付申请及完工结帐单，并附上详细说明了的证实文件，表明按合同的规定，直到完工证书写明的完工日期为止时，业主应支付给承包人的合同金额，监理工程师将在收到支付申请和完工结帐单后的 14 天内核定该支付金额，并报业主审批，业主将核准后在合同规定的时间内向承包人累计支付到工程合同总额的 90%。

9、交工的支付

在工程通过业主组织的验收后的 21 天内，承包人应以监理工程师批准的格式提交一份支付申请及交工结帐单，并附上详细说明了的证实文件，表明按合同的规定，直到交工证书写明的交工日期为止时，业主应支付给承包人的合同金额，监理工程师将在收到支付申请和交工结帐单后的 14 天内核定该支付金额，并报业主审批，业主将核准后在合同规定的时间内向承包人累计支付到工程合同总额的 95%。如有拖期损失赔偿金，业主应予以扣除。

10、缺陷责任期结束的支付

在发出缺陷责任终止证书后的 28 天之内，承包人应按监理工程师批准的格式向监理工程师提交一份缺陷责任期结束的支付，并附上详细的证实文件，表明：

- (1) 根据合同规定已经完成的全部工程的价值；
- (2) 承包人根据合同规定认为应该付给他的任何其他款项(含保留金)。

监理工程师应在收到最后结帐单后的 21 天内核定有关内容，并报业主审批，业主将在 28 天内予以答复，如果业主批准同意缺陷责任期结束的支付，则业主将在合同规定的时间内将有关款项支付给承包人。如果业主未批准同意该最后结帐单，则监理工程师应将业主的意见或理由通知承包人，此时双方应协商解决。如协商不成，可按合同条款解决纠纷。

11、变更工程的支付

已经监理工程师确认的变更工程，应列入工程量清单表内，作为支付项目，与招标工程量清单内的支付项目等同，其支付方式按照上述规定执行。

第二章 供配电工程

201 概述

201.1 一般要求

1、专用技术规范(PTS)包含本项目辖区内隧道通风、照明及沿线站(所)、隧道变电站、中压电缆的配电设备制造、安装、试验、接电、试运行、提供文件、培训维护和保证书。本规范应与合同条件、图纸及其中相关的任何其它资料一并阅读。

2、低压配电系统接地的形式

低压配电系统接地的形式为 TN-C-S 系统,即变电站内配电为三相四线,每个低压回路 N 线与 PE 线是分开的,成为三相五线制。

3、接线方式

高压开关柜采用电缆下进下出接线方式,高压柜至变压器采用电缆敷设;馈出线为下出线,电缆沿沟内电缆支架敷设至出口,穿电缆保护管引至变电站外。

4、计量

专用计量柜内的互感器、表计等依据当地供电局的规定要求设置。

5、保护

(1) 依据各变电站施工图中对继电保护和二次接线图的要求,在施工图纸为设计的情况下,按国标也可按厂标确定二次接线图,要切实保证在当地环境条件下变电站运行正常,供电可靠。

(2) 配电线路采用的上下级保护电器,其动作应具有选择性,各级之间应能协调配合。对用电设备的配电线路的保护,还应符合《通用用电设备配电设计规范》GB 50055-2011 的规定。

6、防雷与接地

变压器中性点的工作接地及保护接地、防雷保护接地共同使用变电站周围埋设的一组接地装置,电气系统的安全接地电阻值不应大于 4Ω ,接地系统与弱电系统公用时,应不大于 1 欧。

站在正常情况下不带电的金属外壳与金属构件均应可靠接地。

201.2 与隧道监控的结合

为实现隧道供电的无人值守,通常设计有隧道内的风机、照明的远程控制以及对变电所的变压器、低压进线开关、ATS 开关、发电机组、UPS 的监控。监控系统由其

他承包人完成,本项目承包人应为监控提供信号,并接受统一监控系统控制执行信号,详见各动力柜系统和二次控制图,在联合设计阶段,承包人应就接口问题与其他承包人完成技术衔接工作,保证提供的接口、信号、协调满足统一监控软件系统技术要求。

202 进线工程

202.1 范围

电网 10kV 供电线路已架设至各 10kV 变电所附近,本合同的进线工程指的是从电网 10kV 线路终端杆敷设电缆引入至变电所或开闭所的高压开关柜进线柜之间的线路。

202.2 安装要求

进线工程的架设与安装应能满足电力电缆的施工及验收规范的要求;设备、设施的安装应能满足《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB 50 147-2010,并达到当地电力部门送电相关规定的要求。

203 成套开关设备

电气设备选型应采用先进、可靠、维护方便的设备,并为以后的增容留有余地。图纸中多处的成套设备和主要器件的型号和图例为非标(厂家)型号,投标人选择不以施工图所标注的型号作为唯一的选择标准,仅作为选型参考,其性能指标最低应达到本技术规范标准。为了方便投标人(制造厂家)多种选择,列出多个厂家性能接近的对应的型号,供选型参考,投标人(制造厂)可根据自己的选型习惯选择,详见下表:

10kV 断路器	VB2 系列	HVX 系列	VD4 系列	3AE-EP 系列
综合继保单元	F650 PR500	S40 S20	REF521 REF615	7SJ68
低压框架开关	M-PACT 系列	MT 系列	E 系列	3WL 系列
低压塑壳开关	Record Plus 系列	NSX 系列	T 系列	3VL 系列
低压软启动器	ASTAT Plus 系列	ATS48 系列	PST 系列	3RW44 系列
10kV 紧凑式 SF6 中压柜	SecoRMU 系列	RM6 系列	SAFE 系列	8DJH

工程实施阶段,如需在上述器件之间调整,均不应提高投标报价。

203.1 10kV 金属铠装中置式开关柜

203.1.1 一般要求

- 1、生产企业的注册资金应达到 3000 万元人民币（以下货币单位均指人民币）。
- 2、投标柜型通过国家级实验室的“型式试验”，具有“型号证书”。
- 3、适用的技术标准如下（不仅限如下）：

《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》 GB/T 11022-2011

《3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》 GB 3906-2006

《3.6kV~40.5kV 高压交流负荷开关》 GB 3804-2004

《交流高压断路器》 GB 1984-2003

《高压交流隔离开关和接地开关》 GB 1985-2004

《绝缘配合 第 1 部分:定义、原则和规则》 GB 311.1-2012

《3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》 DL/T 404-2007

《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》 DL/T620-1997

4、投标人用于本次招标的设备应满足所有与设计、制造、使用本次招标采购设备有关的国际标准、国家标准、行业标准、地方标准及规定。承包人使用上述以外的标准和规范时，应清楚地说明并提交用于替代的标准或规范，明显的差异点要说明。当推荐的标准和规范等效于或优于本规格书的要求时，才可能为业主接受。

5、主要技术指标

- (1) 额定电压：10kV，最高工作电压：12kV；
- (2) 额定频率：50Hz；
- (3) 绝缘水平：1 分钟工频耐压 42kV，雷电冲击电压 75kV；
- (4) 辅助电源电压 220V AC；
- (5) 防护等级 IP4X。
- (6) 操作电源：AC 220V

6、10kV 开关柜结构要求

(1) 开关柜采用金属铠装、中置式耐电弧的手车型，它满足“五防”操作闭锁的要求。即：

- 1) 只有当手车在试验或工作位置时，断路器才能被操作；手车在工作位置时，二次插件被锁定不能被拔除；

- 2) 只有当断路器分闸后, 手车才能被移动;
- 3) 只有当接地开关分闸后, 手车才能被插入到工作位置;
- 4) 只有当手车在试验位置或手车抽出后, 接地开关才能合闸;
- 5) 只有在接地开关合闸, 电缆室门才能被打开。

(2) 氧化锌避雷器和电压互感器装在可抽出的小车上。

(3) 开关柜结构:

① 开关柜各室之间的防护等级为 IP2X。所有绝缘材料选用进口热缩套管。

② 柜体: 开关柜的门板及侧封板用不小于 2mm 冷轧钢板经纯化处理后采用静电喷涂和焙烤, 门上加密封圈, 型钢支架均以螺钉组合而成坚固一体, 无任何焊点。柜体的外壳、各功能单元的隔板及抽屉应采用不小于 2mm 的覆铝锌板栓接而成。装配好的开关柜应保证尺寸上的一致性。

③ 手车: 同类型的手车具有极好的互换性。手车在柜内有工作位置和试验位置的定位机构。

④ 手车室: 手车室安装手车导轨, 供手车在其上移动和定位。手车室后必须有隔板闭锁装置, 壁静触头隔板应能随手车的推进和退出而自动打开和关闭, 当主开关从工作位置移出后, 该装置闭锁隔板不被打开, 手车在试验位置时二次接插件可以接通。开关柜的调试可在柜体正面进行。

⑤ 母线室: 母线穿越柜与柜之间的隔板时, 通过专用母线套管隔离。

⑥ 电缆终端室: 断路器室与电缆室的水平隔板可移开, 电缆室应有充裕的空间, 电缆对地距离不得低于 500mm。

⑦ 手车室、母线室、电缆终端室的上方应设压力释放装置。

⑧ 接地系统: 开关柜的接地母线安装在柜体电缆终端室地板上。接地母排用不小于 300mm^2 截面的铜母排。相邻柜体的接地母线通过专用连接板可靠连接。

7、开关柜二次部分

(1) 柜内配有加热驱潮设施。柜上信号灯选用节能型长寿命(大于 10000 小时), 柜内具有总量 10%的空端子供用户使用, 最少不小于 10 个。

(2) 10kV 进线开关柜的电源侧, 馈电柜的负荷侧设有带电显示器(场强型)。

8、导体

(1) 母线必须用热缩绝缘套管绝缘。

(2) 母排应是刚性、硬拉高导电的电解铜且符合 IEC431, 含铜纯度不低于 99.99%, 导电率不低于 97% (供货时提供相应的材质报告)。母排结合部要镀银。

(3) 主母线与分支母线的搭接处用绝缘罩罩住, 无任何裸露的地方。主母线采用 D 型铜母线或矩型铜母, 分支母线采用带 R5 园角的铜母线。

203.1.2 主要器件配置要求

1、断路器:

主要技术参数为:

- (1) 额定电流: 见施工图
- (2) 额定短路开断电流 (有效值) 25kA
- (3) 机械寿命 30000 次
- (4) 额定电流开断次数 30000 次
- (5) 额定短路电流开断次数 50 次

2、微机综合继电保护装置:

(1) 进线柜选用 REF521 或 7SJ68 系列或 S40 系列、或 F650 系列, 馈线柜选用 REF615、或 7SJ68 系列、或 S20、或 PR500 系列, 或其性能指标相当于或优于本规范所规定的型号的产品。

(2) 远程监测和控制应全部通过本柜的综合继电保护单元实现。通信协议应符合 Modbus RTU 协议。

203.1.3 检查与试验

所有的高压开关柜和操作电源, 均应按总要求在制造厂进行检查和试验, 以表明其运行性能以及设备、材料和结构在电气、机械上的完整性。

1、型式试验

(1) 供货商应提供经鉴定过的型式试验报告, 以便业主复查和确认, 供货商所制造的高压开关柜和型式试验的设备, 应具有相同的质量和标准。

(2) 试验范围和方法

所有的高压开关柜和操作电源箱, 均应按国家、行业标准与 IEC298、IEC694 和其他有关 IEC 标准的总要求以及有关每只部件的标准进行型式试验, 所有的试验方法在上述 IEC 文件中已涉及到。

2、常规检查和试验

常规试验应包括但不限于：

- (1) 视觉检查——设备的质量、结构、防护等级总装配和涂层。
- (2) 所有手动机能、小车、导轨、插头系统、门板等的机械操作。
- (3) 所有控制、保护和监测设备的电气操作。
- (4) 所有保护系统在预定变化范围和整定值内的模拟试验（外加电压和电流）。
- (5) 功能性试验包括模拟操作和所有自动和可编程序控制的程序试验。
- (6) 熔断器的型式及额定值的视觉检查。
- (7) 高压工频和直流耐压试验。

3、现场试验

当每台高压开关柜运送到现场后，供货商应负责指导设备就地安装就位并与电源、辅助设备、控制、保护和监测系统相连接。

- (1) 一般检查。
- (2) 功能性试验包括模拟操作、程序试验及继电保护试验。
- (3) 各种联锁试验。
- (4) 耐压试验。

203.1.4 其他要求

1、必备附件：

- (1) 真空开关检修更换专用工具一套。
- (2) 中文使用说明书、二次接线图。

2、技术资料

承包人在该项工程完工之后应提供以下技术资料。

- (1) 设备的详细技术文件包括。设备的一次和二次图纸。
- (2) 断路器、综合继保单元、电子式仪表的说明书。
- (3) 操作维修手册。
- (4) 设备的各类试验报告报告。

203.2 10kV 紧凑式 SF6 开关柜

203.2.1 一般要求

生产企业的注册资金应达到 3000 万元。

投标柜型通过国家级实验室的“型式试验”，具有“型号证书”。

203.2.2 技术条件

1、环境条件：

海拔不超过：1000m

环境温度：-10~60℃

相对湿度：95%

2、额定电压：12kV

3、额定频率：50Hz

4、系统中性点接地方式：不接地系统

5、额定电流：见施工图

6、型式：气体绝缘紧凑式开关柜

7、一次部分防护等级：IP67（除 PT 柜和计量柜外）

8、PT 柜和计量柜防护等级：IP4X

9、热稳定电流（有效值）：20kA，3s 或 25kA，1s；

10、断路器短路开断电流：25kA；

11、机械寿命：≥2000 次

12、断路器机械操作次数：≥2000 次。

13、负荷开关机械操作次数：≥5000 次；满负荷开断次数：≥100 次。

203.2.3 结构和配置要求

1、开关柜为全密封全绝缘设计，母线绝缘及开关灭弧介质为 SF6 气体。各独立气室采用不锈钢板 2mm 厚或以上密封，开关柜每个气箱要有指示气体相对压力的气压表，分为运行区和告警区；并在接近告警区气压有干接点信号引出。负荷开关采用三工位开关（合闸-分闸-接地，接地位置可闭锁），真空负荷开关、隔离开关及接地开关密封在 SF6 气体中，年漏气率不超过 0.025%。

2、开关柜必须实现关门操作，开关及接地刀闸具有外加挂锁防误措施。

3、负荷开关和接地开关分别有独立的操作孔，并采用不同的颜色予以区分，操作机构本体分合状态指示应能确保与开关实际位置一致。

4、开关的操作机构应可手动和电动操作。断路器、负荷开关的操作电源均采用高压柜自带的经 PT 供电的不间断电源供电（也可采用 PT 供电自带的直流电源）。

5、PT 柜、计量柜为空气柜，防护等级需达 IP4X 或以上。

6、接头的三相连接高度应一致，带有电缆固定装置。

7、继电保护装置：远程监测和控制应全部通过本柜的综合继电保护单元实现，通信协议应符合 Modbus RTU。

203.2.4 出厂试验

- 1、结构检查
- 2、密封、含水量和气体纯度测量、气体泄漏率
- 3、绝缘试验（工频耐压，主回路、二次回路及 CT、PT）
- 4、耐压
- 5、主回路电阻测量
- 6、机械操作试验
- 7、灭弧室检查（各元器件的试验）
- 8、局部放电试验
- 9、机械分合闸及电气分合闸
- 10、继电保护实验。

203.2.5 其他要求

- 1、必备附件：
 - （1）手动操作杆（每台开关柜配一套）。
 - （2）开关检修更换专用工具一套。
 - （3）中文使用说明书、二次接线图。
- 2、技术资料：承包人在该项工程完工之后应提供以下技术资料：
 - （1）设备的详细技术中文说明书和中文使用说明书
 - （2）断路器、综合继保单元、电子式仪表的说明书
 - （3）设备的操作维修手册
 - （4）设备的各类试验报告

203.3 户外箱式成套变电站

203.3.1 一般要求

生产企业的注册资金应达到 3000 万元

- 1、技术标准（不仅限于如下）：

《外壳防护等级(IP 代码)》GB 4208-2008

《额定电压 1kV 以上 52kV 及以下交流金属封开关设备和控制设备》 IEC298

《高压交流负荷开关 熔断器组合电器》 GB 16926-2009

《3.6kV~40.5kV 高压交流负荷开关》 GB 3804-2004

《高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法》 GB 11023-1989

《高压开关设备常温下的机械试验》 GB/T 3309-1989

《高压试验方法》 GB 311-1997

《额定电压 1kV ($U_m=1.2kV$) 到 35kV ($U_m=40.5kV$) 挤包绝缘电力电缆及附件 第 4 部分：额定电压 6kV ($U_m=7.2kV$) 到 35kV ($U_m=40.5kV$) 电力电缆附件试验要求》 GB 12706.4-2008

《3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》 GB 3906-2006

《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》 GB 11022-2011

203.3.2 使用条件

- 1、环境温度：-10~70℃；
- 2、相对湿度：<95%（20℃时）

203.3.3 箱体

1、户外箱体外壳用不小于 2mm 覆铝锌板，按终身使用设计，防护等级不低于 IP33，保证户外运行条件。

2、门、面板和房顶采用不小于 2mm 厚的覆铝锌钢板，外表面可另敷设必要的装饰材料，箱体零件应为钣金构件，相互之间为铆接或螺栓连接，不得采用焊接，薄弱位置及柜门应增加加强筋。箱体、柜门及铰链应有足够的机械强度，在起吊、运输、安装中不得变形或损伤。

3、顶盖设有通风口，并配备通风风机。进风口设在箱体面板处，出风口设在箱体顶部，并隐藏于房檐下面；形成自下而上的空气流，使箱体具有良好的通风效果；风机可根据箱体内设定的温度控制器上下限值自动进行运行和停止，以保证箱内器件可靠运行；顶盖设有的排水倾角。箱体设有电缆进线口的密封式地板，防止电缆沟内的潮气进入箱体内。

- 4、箱体顶盖应有坡度，顶盖不应积水，柜体外无外露可拆卸的螺栓。

203.3.4 箱站内的盘柜、变压器

箱站内的高低电压配电柜、变压器的技术指标参照相应的盘柜、变压器章节。

203.4 带负荷开关 10kV 电缆分支箱

203.4.1 一般要求

生产企业的注册资金应达到 3000 万元；

投标柜型通过国家级实验室的“型式试验”，具有“型号证书”。

203.4.2 使用条件

- 1、使用场所：户外
- 2、适应环境温度： $-45\sim 55^{\circ}\text{C}$
- 3、最大日温差： $\leq 30\text{K}$
- 4、风压： $\leq 700\text{Pa}$
- 5、空气相对湿度： $\leq 95\%$ （ 20°C 时）。
- 6、地面倾斜度： $\leq 5^{\circ}$
- 7、抗污秽等级：III级

203.4.3 技术要求及参数

1、分接箱结构和配置要求：

（1）分接箱配置的所有电缆附件符合有关的国家和 IEC 标准，标准执行：IEC60502 标准第 4 部分额定电压 6~30kV 电缆附件试验要求，IEC9681.8/3-18/30kV 额定电压电力电缆短路温度限值的确定原则，GB11022 额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本要求。

（2）分接箱外壳采用 2mm 厚的不锈钢板制作，要求表面抛光，小巧、美观、安装方便、基础量小。

（3）箱内配有带电显示装置，可从箱体外通过观测孔观察带电显示装置来判断电缆回路是否带电。

（4）箱体表面无任何禁固件可供拆卸，要求防盗性好，箱体防护等级为 IP33。有“高压危险”等标志，箱体颜色为环保绿或指定，10kV 中压回路防护等级为 IP65。

（5）顶盖为空气夹层式双层结构，要求隔热性能良好；进风口设在箱体面板处，并设有可拆卸的防尘过滤网可防小动物及其它固体异物进入措施；出风口设置在箱体顶部，并隐藏于屋檐下面。

（6）箱体有电缆进线口的密封式地板，能防止电缆沟内的潮气进入箱体。

（7）进、出线适用电缆截面： $25\sim 300\text{mm}^2$ 。

(8) 具备双气流式防凝露功能。

2、系统技术性能：

项目		参数
额定电压		12kV
额定频率		50Hz
额定电流		详图
外壳防护等级		IP33、10kV 中压回路防护等级为 IP65
额定雷电冲击耐受电压	相间、对地	75kV
	断口	85kV
额定工频耐压（1min）	相间、对地	42kV
	断口	48kV
回路电阻（ $\mu\Omega$ ）		<150

3、主要技术参数：

1) 负荷开关

负荷开关符合《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022-2011、《3.6kV~40.5kV 高压交流负荷开关》GB 3804-2004 的标准要求。具有分断和隔离功能，可通过外壳上的玻璃窗口看到里面隔离断口，可手动弹簧操作。技术参数如下：

(1) 额定电压：12kV

(2) 额定频率：50Hz

(3) 额定电流：详图

(4) 额定工频耐压（1min）相间、对地： 42kV

断口： 48kV

(6)、短时耐受电流：25kA/2s

(7)、额定短路关合电流： 50kA

(8)、额定峰值耐受电流：50kA

(9)、额定开断电流： 详图

2) 复合绝缘屏蔽型电缆头

电缆接头采用硅橡胶预制式复合绝缘屏蔽型电缆接头，表面有导电屏蔽层

(接地), 带电可触摸。“T”型连接逐级锥度锁紧, 恒定挤压紧固连接, 过盈配合, 水密性好。技术参数:

项目	参数
额定电压	12kV
额定频率	50Hz
额定电流	详图
额定雷电冲击耐受电压相间、对地	75kV
额定工频耐压 (1min) 相间、对地	42kV
短时耐受电流	25kA/2s
额定峰值耐受电流	63kA
接触电阻	$\leq 40 \mu \Omega$
潮湿试验	11kV/100h 通过
绝缘水平	LI75AC35/L10AC3
局部放电	$\leq 3\text{PC}/13\text{kV}$
最小电晕起始	19kV

电缆接头符合《额定电压 1kV ($U_m=1.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘电力电缆及附件》GB/T 12706-2008 的技术标准要求。

3) 避雷器主要技术参数

项目	参数
额定电压	12kV
避雷器额定电压	17kV
标称放电电流	5kA
直流 1mA 参考电压	$\geq 25\text{kV}$
雷电冲击残压	$\leq 50\text{kV}$
方波通流容量 (2ms)	100A
公称爬电比距	$\geq 30\text{mm}/\text{kV}$

203.5 低压开关柜及低压动力箱

203.5.1 一般要求

1、生产企业的注册资金应达到 3000 万元。

2、投标柜型通过国家强制性 3C 论证。

3、本技术规范适用于本项目各低压开关柜、低压电容补偿柜、隧道动力柜设计、材料、结构、试验提出了最低要求。

4、低压柜设计应满足监控设计要求,进线柜智能监控仪表有协议满足 Modbus RTU 通信接口。

203.5.2 技术标准（不仅限于此）

《低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则》 GB/T 14048.1-2012

《低压开关设备和控制设备 第 2 部分：断路器》 GB/T 14048.2-2008

《电工术语低压电器》 GB/T 2900.18-2008

《低压成套开关设备和控制设备》 GB 7251（系列标准）

《低压熔断器 第 1 部分：基本要求》 GB 13539.1-2008

《低压开关设备和控制设备 第 3 部分：开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器》 GB 14048.3-2008

《低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分：接触器和电动机起动器机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)》 GB 14048.4-2010

《低压开关设备和控制设备 第 5-1 部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器》 GB 14048.5-2008

《低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：型式试验和部分型式试验 成套设备》 GB 7251.1-2005

《低压成套开关设备和控制设备 第 2 部分：对母线干线系统(母线槽)的特殊要求》 GB 7251.2-2006

《低压成套开关设备和控制设备 第 3 部分：对非专业人员可进入场地的低压成套开关设备和控制设备—配电板的特殊要求》 GB 7251.3-2006

《低压空气式隔离器、开关、隔离开关及熔断器组合电器》 JB 4012-1985

《低压抽出式成套开关设备》 JB/T 9661-1999

《固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法》 GB/T 4207-2012

《低压熔断器》 GB 13539（系列标准）

《电磁式电压互感器》 GB 1207-2006

《电流互感器》 GB 1208-2006

《继电保护和安全自动装置技术规程》 GB 14285-2006

《继电保护和安全自动装置基本试验方法》 GB/T 7261-2008

《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》 GB/T 17626.2-2006

《电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验》 GB/T 17626.3-2006

《电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》 GB/T 17626.4-2008

《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验》 GB/T 17626.5-2008

《人-机界面，标志和符号的基本安全规则-指示器和操作机构的编码规则》 IEC 73: 1996

《人-机界面（MMI）动作规则》 IEC 447: 1993

《远动终端设备》 GB/T 13729-2002

《低压成套开关设备和电控设备基本试验方法》 GB/T 10233-2005

《人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识》 GB 7947-2010

《标准电压》 GB 156-2007

《外壳防护等级（IP 代码）》 GB 4208-2008

承包人用于本次招标的设备应满足所有与设计、制造、使用本次招标采购设备有关的国际标准、国家标准、行业标准、地方标准及规定。承包人采购设备选用的材料、零部件如有不涉及上述技术标准和规范之处，承包人应提供所采用的国际和国家标准、规范以及所采用版本的有关技术资料。

203.5.3 主要技术性能及参数

1、使用条件

- 1) 环境温度：-10~50℃；
- 2) 相对湿度：<95%（20℃时）。
- 3) 海拔高度：≤1000 米

2、系统参数：

序号	项 目	内 容
1	配电系统方式	TN-S 母线（独立的 N 线和 PE 线）
2	母线电压	AC 0.4kV
3	系统电压	AC 0.38/0.22kV
4	额定频率	50Hz
5	系统接地方式	中性点直接接地

3、开关柜基本技术参数：

序号	项 目	内 容
1	污染等级	3
2	额定冲击耐受电压	8 kV
3	电气间隙	10 mm
4	爬电距离	12 mm
5	隔离距离	应符合 JB4012-85《低压空气式隔离器开关、隔离开关及熔断器组合电源》的有关要求，同时考虑到制造公差和由于磨损而造成的尺寸变化。
6	温升	符合 GB 7251.1-1997 中 7.3 的规定
7	外壳防护等级	室内低压柜 IP4X 隧道动力柜 IP55

203.5.4 低压开关柜和动力柜结构和功能要求

1、总体要求

（1）柜体的结构、电器安装、电路布置必须安全可靠、操作方便、维护容易。对于额定参数相同的元件能互换。

（2）低压柜柜体基本骨架为组合装配式结构，骨架及内部结构件采用覆铝锌板（厚度大等于 2.0mm），外壳采用冷轧钢板喷塑。

（3）隧道动力箱基本骨架为冷轧钢板经焊接而成，内部结构件采用镀锌钢板，外壳采用冷轧钢板喷塑。

（4）所有材料应进行表面处理或采用防腐蚀材料。柜体应有足够的机械强度，以保证元件安装后及操作时无摇晃、不变形，开关柜的设计和结构符合 GB7252，能承受住机械力、电动力和热力的影响。

(5) 柜体需考虑采用易于现场调运及运输的结构形式。除可使用吊环进行提升外, 也以由铲车或提升设备直接铲入内置底座进行搬运。

(6) 柜内所用的绝缘导线应为低烟、无卤阻燃型耐热铜质多股绞线, 柜内一般配线应用 1.5mm^2 及以上的绝缘导线 (电流回路为 2.5mm^2 及以上), 可动部分的过渡应柔软, 绝缘导线的额定电压至少应同相应电路的额定绝缘电压相一致。

(7) 低压柜抽屉应按满配配置 (一般为 9 个抽屉)。

2、保护性接地

(1) 低压柜内要设有独立的 PE 接地系统, PE 线的材料采用铜排, 要能与低压柜柜体通过螺钉可靠连接。

(2) 柜底板、框架和金属外壳等外露导体部件通过直接的、相互有效连接, 或通过由保护导体完成的相互有效连接以确保保护电路的连续性。

(3) 保护接地端子采取抗腐蚀的适当措施。

3、设备其他要求

(1) 柜门应开启灵活、开启角度不小于 90° 。紧固连接应牢固、可靠, 所有紧固件均具有防腐镀层或涂层, 紧固连接有防松脱措施。

(2) 标识

① 各柜体的铭牌, 应包括以下内容: 制造商名称和商标; 型号 (包括结线方案编号), 名称和出厂序号; 使用参数 (额定电压、额定电流、额定热稳定时间及电流、额定动稳定电流); 出厂日期。

② 各柜体内主要电器组件和断路器、操作机构、互感器、熔断器等均应具有耐久而清晰的铭牌。

③ 设备中设置的二次回路端子排和连接导线端头, 应有清晰的标号标识, 且应符合有关标准的规定, 并与提供的技术资料相一致。

(3) 柜内母线和导线的颜色和排列

① 柜内母线和导线的颜色应符合《人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识》GB 7947-2010 的规定。柜内保护导体的颜色必须采用黄绿双色。当保护导体是绝缘的单芯导线时, 也应采用这种颜色并且最好贯穿导线的全长。黄绿双色导线除作保护导体的识别颜色外不允许有任何其它用途。

② 外部保护导体的接线端应标上接地符号, 但是当外部保护导体与能明显识别

的带有黄绿双色的内部保护导体连接时，不要求用此符号。

③ 低压母线必须用热缩绝缘套管绝缘。

203.5.4.1 低压开关柜要求

1、柜型：详图

2、开关柜内的柜体室与室之间用钢板或高强度阻燃环保塑料功能板相互隔开。每个功能单元应使用绝缘塑料隔板实现进线与出线之间，相序之间，一次与二次之间的隔离功能。

3、低压开关柜内元器件尺寸、隔室尺寸，均实行模数化，互换方便。

4、抽屉单元应设有运行、试验和分离位置，且有定位机构。同类型抽屉具有互换性，

5、功能单元有可靠的机械联锁，通过操作手柄控制，具有明显的位置指示，并配有相应的符号标志，操作手柄、一、二次插接件等其它开关附件与开关采用同一厂家产品（原装配套）

6、为便于电气设备的维修、维护，开关电器的连接方式应满足以下要求：

抽出式低压框架断路器应使装置小室门在关闭状态下抽出断路器（主回路与二次回路均可断开）；

抽屉式开关，功能小室内的断路器及其它电器连同抽屉应一同抽出（主回路与二次回路均可断开）；

智能监控仪表应能够安装在开关柜内仪表室，各智能采集模块可集中安装或分散安装在开关柜中。

7、电容器装置应有过电压保护，每组电容器回路中应有限制合闸涌流的措施。电容器的外壳防护等级不低于 IP40。电容器采用固定安装方式

8、防护等级应达到 IP40，产品符合 IEC-439 国际标准，安装有风机软启动器的低压柜，其防护等级应达到 IP55，要求采用双层柜门，面板上设有信号灯，其外门应采用玻璃，双层柜门均应加密封圈。

9、低压开关柜的抽屉的金属外壳与低压开关柜的框架通过专用部件进行直接的、相互有效连接以确保保护电路的连续性。

10、柜内母线及绝缘导线敷设

低压开关柜内的主母线和配电母线均为五母线，材料应选用铜材料做成，其相对

导电率不小于 99.99%。

203.5.4.2 隧道低压动力柜要求

- 1、低压动力配电柜的配置应满足图纸要求。
- 2、防护等级为 IP55 以上，要求采用双层柜门，面板上设有信号灯外门应采用玻璃，双层柜门均应加密封圈。
- 3、柜体内设有加热器或除湿机的，加热器、除湿机可根据湿度控制器上下限数值自动加热和停止，该湿度控制器可人工调节。
- 4、线缆出线均采用下出线，出线孔根据出线缆的线径设有线缆卡口。
- 5、低压动力柜内要设有独立的 PE 接地系统，PE 线的材料采用铜排，要能与低压柜柜体通过螺钉可靠连接。

203.5.5 主要低压元器件要求

203.5.5.1 一般要求

除上述规定的主要功率器件外，电力综合监控仪表、自动补偿器、微型断路器、交流接触器、中间继电器等要求选用性能指标相当于或优于 ABB、西门子、施耐德、GE 产品，其它元器件（如：避雷器、端子、按钮、型号灯等）应选用同等档次产品。

203.5.5.2 低压交流框架式断路器

1、电气特性

- (1) 符合标准：IEC947-2
- (2) 额定工作电压： $\geq 380V$ AC
- (3) 额定绝缘电压： $\geq 660V$ AC 50Hz
- (4) 极限分断能力： $> 50kA/400\sim 415V$ 。
- (5) 整定电流：按低压配电系统图规定，脱扣电流整定现场带电可调。
- (6) 极数：见系统图
- (7) 安装方式：抽出式
- (8) 操作方式：手动/电动(分励脱扣器)
- (9) 操作机构形式：弹簧储能(手动/电动)
- (10) 额定操作电压：220V AC

2、控制单元

- (1) 保护功能

过载长延时脱扣：脱扣电流整定和脱扣延时时间可调节

短路短延时脱扣：脱扣电流整定和脱扣时间可调节，具有区域选择性闭锁功能。

短路瞬时脱扣：瞬时脱扣电流可调

接地故障脱扣和保护：脱扣电流和脱扣时间可调

(2)、控制单元应不需要辅助电源，

3、其他功能

断路器应为模块化结构

断路器应为抗湿热型产品。

低压交流框架断路器提供位置机械闭锁及位置指示器。

可显示各相电流、电压等电参数。

203.5.5.3 低压交流塑壳断路器

1、电气特性

(1) 符合标准：IEC947-2

(2) 额定工作电压： $\geq 380V$ AC

(3) 额定绝缘电压： $\geq 660V$ AC 50Hz

(4) 极限分断能力： $\geq 30kA/400\sim 415V$ 。

(5) 整定电流：按低压配电系统图规定

(6) 极数：见系统图

(7) 操作方式：图纸未标注的均采用手动

(8) 安装方式：固定式

2、控制单元

(1) 凡设计系统图中有遥测功能要求的，采用能遥测电流及开关状态功能的附件及热敏电磁脱扣器，无遥测功能要求的，采用热敏电磁脱扣。

(2) 保护功能

过负荷保护(热保护)

短路电流保护(电磁脱扣器)

(3) 脱扣要求

过载长延时

短路瞬时

(4) 各脱扣器的脱扣电流均为可调式，并具有级差配合的条件，带有与门机械连锁的旋转式操作手柄。

3、其他功能

- (1) 断路器应为模块化结构，附件为标准化。
- (2) 塑壳断路器应为抗湿热型产品。
- (3) 电动机出线回路应选用有电动机保护特性的塑壳断路器。

203.5.5.4 软启动器

1、功能：

- (1) 软起动、软停止、限制启动电流
- (2) 缺相保护、过流保护

2、要求：

- (1) 为抗湿热型产品。
- (2) 中文显示，参数可设置。
- (3) 二次回路独立供电，输入干出点信号，可实现启动和停止。并能将启动、停止、旁路、故障等状态输出干触点信号。
- (4) 起动成功后可给旁路接触器信号实现自动旁路。
- (5) 显示屏应有背光源或显示的观察光源，以便显示读取。

203.5.5.5 接触器、热继电器、中间继电器

交流接触器选用 A 系列或 3TF 系列或 LC1 系列产品或其性能指标相当于或优于规定的型号的产品。

1、开关柜内选用的接触器、热继电器和中间继电器应满足有关规程、规范和标准的要求，满足控制回路对接点数量的需要。中间继电器采用小型、超薄型。

2、无功补偿柜内采用电容器专用接触器。

203.5.5.6 电源自动切换系统（ATS）

电源自动切换系统完成常用电源和备用电源的自动切换。具备手动—自动的功能。CB 级选用 DPT 系列或 WTSN 系列、PC 级选用 OTM 或 WATS 或其性能指标相当于或优于规定的型号的产品。

1、电气特性

符合标准：IEC50947-5-1-1997《自动转换开关电器标准》；

开关控制器额定工作电压：AC 380V/220V；

频率： 50Hz；

极数：见系统图；

额定电流：按系统图规定；

操作方式：手动/自动；

最小传输时间：800ms；

极限分断能力：大于 50kA。

2、ATS 功能要求

系统包括配装两个切换点，带机械联锁和电气联锁双重保护；防止在同一时刻二个电源同时投入。

机械寿命长：(0—C—0 循环) 5000 次。

3、ATS 开关的控制

电压鉴别和欠压、断相、欠压保护取样常用电源进线端，当常用电源出现故障（欠压、断相）失电跳闸时，ATS 开关延时 0.1~30 秒（时间可调），自动转换到备用电源供电。

当常用电源恢复正常时，ATS 开关延时 0.1~180 秒（时间可调），再自动转换返回到常用电源供电。

203.5.5.7 柜内其他元器件技术要求

1、柜内导线、导线颜色、指示灯、按钮、插接件、走线槽等均应符合国家或行业的有关标准。

2、接线端子应适合连接硬、软铜导线，并保证维持适合于电器元件和电路的额定电流、短路电流强度所需要的接触压力。

3、低压开关柜面板配置出线电流表应满足设备启动时的过电流要求，采用四位数字表。

4、要求预留出监控系统采集所有要求的接点（如：断路器状态和故障报警信号接点）和端子（如：电流、电压），并将此接点信号和端子引到柜后端子排上，具体要求在联合设计阶段进一步确定。

5、无功补偿采用自愈式（干式无油）低电压金属并联电容器。

6、避雷器波形采用 10/350 标准。

203.5.6 检查与试验

所有的低压开关柜和控制柜应按总要求在制造厂进行检查和试验以表明其运行性能以及设备、材料和结构在电气、机械上的完整性。

1、型式试验

(1) 已经鉴定不定期的型式试验可供业主复查和确认，所制造的低压开关柜和控制柜应与型式试验的设备具有相同的质量和标准。

(2) 试验的范围和方法

所有的低压开关柜和控制柜均应按 GB9466、ZBK36001、IEC298、IEC694 和 IEC 规范的总要求以及有关每只部件的标准进行型式试验，所有的试验方法在上述 IEC 文件中已涉及到。

2、常规检查和试验(工厂试验)

常规试验应包括但不限于：

- (1) 视觉检查：设备的质量、结构、防护等级总装配和涂层。
- (2) 所有手动机械、小车、导轨、插头系统、门板等的机械操作。
- (3) 所有控制、保护和检测设备的电气操作。
- (4) 所有保护系统在预定变化范围和整定值内的模拟试验(外加电压和电流)。
- (5) 功能性试验包括模拟操作和所有自动可编程序控制的程度试验。
- (6) 熔断器的型式及额定值的视觉检查。
- (7) 低压工频和直流耐压试验。

3、现场试验

- (1) 一般检查
- (2) 功能性试验包括模拟操作和继电保护试验
- (3) 各种联锁试验
- (4) 耐压试验

203.5.7 低压柜安装要求

1、成套柜的安装应符合下列要求：

机械闭锁、电气闭锁应动作准确、可靠。

动触头与静触头的中心线应一致，触头接触紧密。

二次回路辅助开关的切换接点应动作准确，接触可靠。

柜内照明齐全。

2、抽出式配电柜的安装尚应符合下列要求：

抽屉推拉应灵活轻巧，无卡阻、碰撞现象，抽屉应能百分之百互换。

抽屉的机械联锁或电气联锁装置应动作正确可靠，断路器分闸后，隔离触头才能分开。

抽屉与柜体间的二次回路连接插件应接触良好。

抽屉与柜体间的接触及柜体、框架的接地应良好。

3、盘、柜的漆层应完整，无损伤。固定电器的支架等应刷漆。安装于同一室内且经常监视的盘、柜，其盘面颜色宜和谐一致。

4、隧道动力柜安装时应清理配电洞内地面，用 C20 沙浆水泥抹平，调整水平后，将配电柜安装于槽钢基础上。安装好柜体后加电缆进线盖板。

204 变压器

204.1 干式变压器

本技术要求用于本项目各站区变电所，本节涉及到对变压器的设计、制造、安装和调试的最低要求。

204.1.1 一般要求

1、生产企业的注册资金应达到 3000 万元。

2、供货商应通过国家变压器质量监督检验中心的型式试验，并提供报告。

204.1.2 适用的技术标准

除招标文件提出的技术要求外，所有设备还应符合但不局限于下列标准的中华人民共和国标准（GB）。

本节的有关标准包括但不限于以下相应的国家标准。

《电力变压器 第 1 部分 总则》 GB 1094.1-1996

《电力变压器 第 2 部分：温升》 GB 1094.2-1996

《电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》 GB 1094.3-2003

《电力变压器 第 4 部分：电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则》 GB 1094.4-2005

《电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力》 GB 1094.5-2005

《电力变压器 第7部分:油浸式电力变压器负载导则》GB 1094.7-2008

《电力变压器 第10.1部分:声级测定 应用导则》GB/T 1094.101-2008

《电力变压器 第11部分:干式变压器》GB 1094.11-2007

《外壳防护等级(IP代码)》GB 4208-2008

《干式电力变压器技术参数和要求》GB/T 10228-2008

《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150-2006

《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169-2006

《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148-2010

204.1.3 变压器主要组成部分

- 1、树脂浇注干式变压器器身;
- 2、配套:冷却风机、温控箱、温度检测装置(数字式);
- 3、不锈钢外壳。

204.1.4 性能和特性

1、运行条件

- (1) 位置:户内;
- (2) 海拔高度:1000 米以下;
- (3) 周围空气温度:空气温度极端最高温度 50℃, 极端最低温度-10℃;
- (4) 雷暴日数(日/年) 67.4;
- (5) 室内相对湿度:95%(25℃时)。

2、技术参数

- (1) 容量:见施工图
- (2) 额定电压:10/0.4kV;
- (3) 频率:50Hz;
- (4) 相数:3 相;
- (5) 绝缘等级:F
- (6) 绝缘水平:工频耐压 35kV, 雷电冲击电压 75kV;
- (7) 防护等级:IP3x;
- (8) 分接范围:按 7 档设计, -7.5%、-5%、-2.5%、0%、2.5%、5%、7.5%

(9) 联结方式: D, yn11

(10) 冷却方式: 风冷

(11) 调压方式: 无载调压

3、变压器在额定输出功率, 施加电压在正常电压的 $\pm 5\%$ 范围内波动时, 变压器的温升限值如下:

部件温升限值

(1) 绕组温升, 绝缘的耐热等级为 F 级 100K(电阻法测量)

(2) 铁心使相邻绝缘材料不损伤的温升

(3) 箱壳内温度 40℃

4、变压器应能在《电力变压器 第 5 部分: 承受短路的能力》 GB 1094.5-2005 规定的条件下, 2 秒钟内承受外部短路的动稳定效应和热稳定效应而不损伤。

5、局部放电量尽可能不大于 5pc。

204.1.5 变压器封闭箱(外壳)

变压器应全封闭在通风的不锈钢箱内, 防护等级不低于 IP3X, 变压器封闭箱应有起吊环, 箱底应设有耐用的安装底座。箱门应备有联锁接点, 以供高压馈电柜与其安全联锁接用。

204.1.6 变压器铁心

铁心采用高级、冷轧、晶粒定向排列的硅钢片叠制, 铁芯结构采用五阶梯接缝, 最低绝缘等级为 F 级, 变压器铁心和支架上应装有容易检修的接地端子。如采用非晶合金变压器, 铁芯采用非晶合金材料。

204.1.7 绕组和绝缘

绕组的设计和装配采用高质量的导体和绝缘材料的环氧树脂浇注薄绝缘结构, 以提供最佳运行特性, 按《电力变压器 第 4 部分: 电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则》 GB 1094.4-2005 进行试验。

204.1.8 冷却系统

变压器为自然空气冷却(AN), 变压器应配备有轴流自动控制风冷系统, 采用强迫空气冷却(AF), 当绕组温度高于 110℃时, 温控箱启动风机强迫风冷, 若强迫风冷下绕组温度下降低于 90℃风机停止; 若绕组温度进一步升高, 温控箱将发出超温报警(155℃)和超温跳闸信号(170℃)。风机由测温仪表控制, 自动启动与停机。

204.1.9 温控、温显系统

变压器三相次级线圈内和铁芯应设置热电阻 PT100 及带电接点的温度指示仪, 温度指示仪应能自动检测和显示三相绕组和铁芯的温度值, 当超过设定温度时进行自动强迫通风冷却, 声光警示, 如温度继续升高至预设报警温度时, 再报警, 应备有供给高压馈电开关柜联锁用的过温报警和超温跳闸接点。

温控箱装于封闭箱低压侧箱壳外, 供冷却风机手、自动开停控制之用, 温控装置集温度显示、控制于一体, 预留通信接口将温度信号传输至监控系统。具体技术参数如下:

测量范围: $-25\sim 200^{\circ}\text{C}$ (巡回显示方式)

$0\sim 200^{\circ}\text{C}$ (最大值显示方式)

测量精度: 1%

使用环境: 环境温度 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $\leq 90\%$ (25°C)

电源电压: 220V AC ($\pm 10\%$)

频率: 50Hz ($\pm 4\%$)

触点容量: 5A 250V AC, 5A 30V DC (阻性负载)

传感器规格: Pt100, PTA (155°C), PTC (170°C)

温度指示仪设有 RS485 通信口, 并提供 RS485 通信协议。

204.1.10 零件及附件

零件和附件应包括但不限于:

——铭牌

——端子标记板

——变压器支架接地端子

——变压器支架的起吊环

——温度指示器

——热电阻

——风机及其温控元件

——封闭箱(外壳)及其箱门联锁接点

204.1.11 油漆和面漆

(1) 所有的金属部件应彻底的清洗脱油处理,然后涂一层防锈底漆和二层瓷漆以适应铁心和变压器支架的运行温度。

(2) 变压器封闭箱应采用不锈钢板,不涂油漆。

204.1.12 终端装置

高压终端装置应便于电缆的连接,低压绕组终端应便于母排连接或电缆连接,并有允许安全检修的分接头转换装置、保护和监控设备。保护和监控终端装置应位于与主电源连接相隔的方便的地点,并且不需要切断动力电缆或母排就能方便地检修,终端装置的设计应能连接最小为 2.5mm^2 500V 绝缘铜电缆。终端装置应满足高压电缆下进、低压母排上出。

变压器低压中性终端装置及其连线应与三相终端装置及其连线同截面。

204.1.13 安装要求

1、变压器的安装按《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148-2010 执行。干式变压器在运输途中应有防雨及防潮措施。

变压器的装卸采用起重机、汽车吊或叉车等起吊设备,装卸时应严格按照国家有关装卸规程。

2、变压器抵达工地现场后,应立即检查产品的铭牌数据与订货合同是否相符,如产品型号、额定容量、额定电压、联结组标号、阻抗电压等。检查出厂文件是否齐全,检查包装箱内部零件是否与装箱单相符,检查产品运输过程中有无损伤,产品零部件是否损伤和移位,接线是否松动、断裂,绝缘是否有破损,是否有脏物或异物等,短期户外放置时要用方木等垫好,垫高不小于 100mm。

3、产品安装前应认真阅读说明书,产品铭牌和产品外形尺寸图,了解产品重量,安装方法等内容,准备好相应的起吊设备和工具。

4、变压器带电导体与地的最小安全距离应符合《电力变压器 第 3 部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》GB 1094.3-2003 规定,高压线圈表面对地的最小安全净距为 40mm。

5、变压器运行前应检查所有紧固件、连接件是否松动,并重新紧固一次,检查运输时拆下的零部件是否重新安装妥当,并检查变压器是否有异物存在,如有过多的灰尘,必须清除,以保证空气流通和防止绝缘击穿。检查风机、温控设备以及其它辅助器件能否正常运行,对三相电源风机,应注意正常转向时,风从线圈底部向上吹入

线圈，否则为反转。

6、变压器运行前应作如下试验：

1) 测量绕组在所有分接位置下的直流电阻。

2) 按《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》 GB 50150-2006 规定进行极性的判定和测量绕组在所有分接下的电压比，并进行联结组标号的判定。

3) 检查变压器箱体和铁心是否已永久性接地。

4) 线圈绝缘电阻的测试，一般情况下（温度 20～30℃，湿度≤90%）：

高压——低压及地 $\geq 300\text{M}\Omega$

低压——地 $\geq 200\text{M}\Omega$

如变压器遭受异常潮湿发生凝露现象，则不论其绝缘电阻如何，在其进行耐压试验或投入运行前，必须进行干燥处理。

5) 铁心绝缘电阻的测试，一般情况下（温度 20～30℃，湿度≤90%）

铁心——夹件及地 $\geq 2\text{M}\Omega$ ，仪表：2500V 兆欧表

穿心螺杆——铁心及地 $\geq 2\text{M}\Omega$

6) 外施工频耐压试验，试验电压为出厂试验电压的 85%。

204.1.14 检查和试验

1、在制造厂的检查和试验。

所有的变压器按总要求在制造厂进行检查和试验，以表明其运行性能以及设备、材料和结构在电气、机械上的完整性。

2、型式试验

制造厂家提供国家变压器质量监督检验中心出具的型式试验报告供业主复查和确认，（3）试验的范围和方法出厂实验：

每台变压器按照 GB1094、GB311 和国家规范的总要求进行型式试验，所有的试验方法在上述国家标准中涉及到。

3、常规检查和试验

常规试验包括但不限于：

1) 视觉检查——设备的质量、结构、防护等级、总装配和面漆。

2) 所有控制、保护和监控设备的电气运行。

3) 按 GB1094 的要求进行电气试验。

4、试验项目

各阶段的试验至少但不限于下表所列项目：

序号	试验项目	工厂试验	型式试验	特殊试验	现场试验	说 明
1	测量绕组绝缘电阻	√			√	测绕组对地、绕组间的绝缘电阻，高压试验电压不小于直流 2500V，低压不小于直流 1000V
2	变压试验	√			√	在所有分接位置上测试
3	接线组别核对	√			√	
4	绕组电阻的测量	√			√	
5	铁芯绝缘试验	√			√	
6	短路阻抗和负载损耗测量	√				
7	空载损耗和空载电流的测量	√				每台均做，但每种规格在 90%、95%、100%、105%、110%U _n 时测试空载电流值可做 1 台
8	外施耐压试验	√			√	
9	感应试验	√				
10	雷电冲击试验	√				每台变压器均做
11	局部放电试验	√			√	每台变压器均做
12	空载损耗和空载电流的测量	√				与项目 7 数值相比无明显增加
13	声级测试 1) 无风机启动时 2) 带风机运行时			√		每种规格测一台，在开风机和不开风机时均测，若超过标书规定值时，每台变压器均测
14	温升试验			√		每种规格测一台，启动风机后，在温升 100K 时测超载能力
15	三相变压器零序阻抗测量			√		每种规格测一台
16	短路承受能力试验		√			制造厂能够提供 1000kVA 产品的短路试验报告，业主审查同意后，可免试
17	空载电流谐波测量			√		每种规格测一台
18	风机吸收功率测量			√		每种规格测一台
19	冲击合闸试验				√	每台均做
20	防腐试验			√		提供防腐有关资料

204.2 地埋式变压器

本技术要求用于本项目各隧道洞室内埋地式变压器,所有隧道洞室内埋地式变压器均选用 S11 型油浸式变压器。本节涉及到对埋地式变压器的设计、制造、安装和调试的最低要求。

204.2.1 一般要求

生产企业的注册资金应达到 3000 万元。

供货商应提过国家变压器质量监督检验中心出具的型式试验报告。

204.2.2 技术标准（不限于）

《电力变压器 第 10.1 部分:声级测定 应用导则》GB/T 1094.101-2008

《高压交流熔断器 第 2 部分:限流熔断器》GB 15166.2-2008

《地下式变压器》JB/T 10544-2006

204.2.3 性能与特性

1、运行条件

(1) 位置:户外地坑中、隧道内洞壁中

(2) 海拔高度:1000 米以下

(3) 环境温度: -10~50℃

2、技术参数:

1) 额定电压:10/0.4kV。

2) 系统最高运行电压:12/0.44kV

3) 容量:详图

4) 频率:50Hz

5) 相数:3 相

6) 技术要求:

变压器绝缘耐热等级为 A 级,顶层油温升应不超过 45K,线圈温升应小于 50K。

7) 变压器防护等级:IP68

8) 冷却方式:油浸自冷

10) 分接范围:按 5 档设计,即-10%、-5%、0%、5%、10%

11) 联结方式: Dyn11

12) 噪音水平:距产品 0.3m 处应满足 GB7328-87 规定

204.2.4 结构及配置要求

1、地埋式变压器进出线方式:

(1) 环网供电型采用高压电缆一进一出环网连接、终端型采用电缆终端供电方式, 高压电缆截面详见施工图纸要求。

(2) 高压电缆终端: 高压电缆终端为免维护型, 其表面应可靠接地并为零电位, 采用插拔式电缆头, 低压采用整体式三相四线制电缆出线方式, 变压器中性点应外引接地, 电缆接头采用紫铜并表面镀银。

(3) 地埋式变压器高压熔断器

① 地埋式变压器设高压熔断器保护方式, 高压熔断器应有独立的、全间隔的隔离舱, 并可以独立更换熔断器。

② 熔管的本体必须是高压电瓷制成的瓷管, 熔断器瓷管开断电流能力 31.5kA 以上, 应符合 GB15166.2-1994 有关规定。

2、分接开关: 采用双密封结构地埋式变压器专用无励磁分接开关。

3、压力释放装置: 变压器应装有开启专用压力释放装置, 压力阈值按国标。

4、取油装置: 为方便取内部变压器油样, 变压器下部应设有取油装置, 以保证取变压器油样时不必打开顶盖。

5、地埋式变压器铁心

(1) 地埋式变压器铁心设计、制造应满足 S11 型地埋式变压器空载损耗及空载电流的要求。

(2) 地埋式变压器铁芯应选择高质量、高导磁冷轧晶粒取向电工硅钢片;

6、地埋式变压器线圈

高、低压线圈应选择高质量、高导电率的优质无氧铜线。

7、地埋式变压器箱体

地埋式变压器箱体外壳(厚度大于 4mm)采用波纹油箱结构。外壳材料采用高质量的不锈钢板, 箱体外壳防护等级为 IP68, 油箱盖与箱沿的连接平整密封, 具有良好的防腐、防水、防爆功能。

204.2.5 检查和试验

1、在制造厂的检查和试验。

所有的变压器按总要求在制造厂进行检查和试验, 以表明其运行性能以及设备、

材料和结构在电气、机械上的完整性。

2、供货商应提交国家变压器质量监督检验中心出具的型式试验报告供业主。

3、试验的范围和方法

每台变压器按照 GB1094、GB311 和国家规范的总要求进行型式试验，所有的试验方法在上述国家标准中涉及到。提供型式试验报告。

4、常规检查和试验

常规试验包括但不限于：

1) 视觉检查——设备的质量、结构、防护等级、总装配和面漆。

2) 所有控制、保护和监控设备的电气运行。

3) 按 GB1094 的要求进行电气试验。

5、出厂试验

地埋式变压器出厂前应经过如下试验：绕组电阻测量，电压比测量及联结组标号检定，空载损耗和空载电流测量，负载损耗和短路阻抗测量，绝缘电阻测量，例行绝缘试验，绝缘油试验，油箱密封试验，潜水试验。

6、工地实验

绕组电阻测量、绝缘电阻测量

204.2.6 安装要求

1、地埋式变压器安装于本工程隧道内洞室里，该洞室空间约为 1.9m（深）*2.2m（宽）*2m（高）、洞门为甲级钢质防火门。

2、变压器的安装按《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148-2010 执行。变压器的装卸必须采用起重机、汽车吊或叉车等起吊设备，装卸时应严格按照国家有关装卸规程。

3、变压器抵达工地现场后，应立即检查产品的铭牌数据与订货合同是否相符，如产品型号、额定容量、额定电压、联结组标号、短路阻抗等。检查出厂文件是否齐全，检查包装箱内部零件是否与装箱单相符，检查产品运输过程中有无损伤，产品零件是否损伤或移位，接线是否松动、断裂，绝缘是否有破损，是否有脏物或异物等，短期户外放置时要用方木等垫好，垫高不小于 100mm。

4、产品安装前应认真阅读说明书，产品铭牌和产品外形尺寸图，了解产品重量，安装方法等内容，准备好相应的起吊设备和安装工具。

5、要核对地埋变地坑与所设置的地埋变外形尺寸是否相符，清扫地坑，排除杂物和积水。检查接地极的接地电阻 $\leq 4\ \Omega$ 。变压器就位后将变压器盖板上的接地螺栓与地坑接地极连接

6、变压器带电导体与地的最小安全距离符合《电力变压器 第3部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》GB 1094.3-2003 规定，高压线圈表面对地的最小安全净距为40mm。

7、变压器运行前应检查所有紧固件、连接件是否松动，并重新紧固一次，检查运输时拆下的零部件是否重新安装妥当，并检查变压器是否有异物存在，如有过多的灰尘，必须清除，以保证空气流通和防止绝缘击穿。

8、变压器运行前应作以下现场试验：

(1) 测量绕组在所有分接位置下的直流电阻。

(2) 检查变压器箱体和铁心是否已永久性接地。

(3) 线圈绝缘电阻的测试（温度20~30℃，湿度 $\leq 90\%$ ）：

高压绝缘电阻 $\geq 300M$

低压绝缘电阻 $\geq 200M$

(4) 外施工频耐压试验，试验电压为出厂试验电压的85%。

9、每台机组运抵现场后，应在供货商指导下安装、试验、通电。

205 柴油发电机组

205.1 总则

1、图纸所标注的机组型号为非标型号，不做为选型标准，投标人应按本规范要求投标。

2、生产企业的注册资金应达到3000万元。

205.1.1 概述

(1) 本技术要求用于本项目的柴油发电机组。本节涉及到柴油发电机组设计、制造、安装调试以及柴油发电机房(包括引出室外的排风管和排烟管)的优化施工图设计的总要求。

(2) 发电机组生产企业应具有ISO9000标准质量体系审核认证证书，发电机组生产企业需获得柴油机厂家的OEM授权，并提供OEM授权证书。

(3) 机组应为成套定型产品，供货商应提供鉴定报告和型式试验报告。

(4) 成套机组包括发电机组主机、燃油系统（含油箱）、冷却系统（含水箱）、排气系统（含消声器、弯管、波纹管等）、电池组（含电池连接线、充电器等）、安装配件等。

205.1.2 技术标准

除本标书提出的技术要求外，国内制造设备还应符合不局限于下列标准的中华人民共和国标准(GB)、国外制造设备还应符合不局限于下列有关国际标准投标截止前30天使用的最新版本。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组》GB 2820（系列标准）

《自动化内燃机电站通用技术条件》GB/T 12786-2006

《自动化柴油发电机组分级要求》GB/T 4712-2008

《工业产品保证文件 总则》GB/T 14436-1993

《包装储运图式标志》GB/T 191-2008

《工业产品使用说明书 总则》GB/T 9969-2008

《运输包装收发货标志》GB/T 6388-1986

《军用内燃机电站通用试验方法》GJB 1488-1992

205.2 总体要求

205.2.1 每套机组主要组成部分

主要组成部分包括：

- (1) 柴油发动机
- (2) 交流同步发电机
- (3) 冷却系统
- (4) 飞轮及其护罩、联轴器、避震器及机组底座
- (5) 燃油系统
- (6) 排气系统和排烟系统
- (7) 日用油箱
- (8) 电动起动系统
- (9) DC 24V 蓄电池组(密封铅酸电池)
- (10) DC 24V 直流电源装置和直流起动电动机
- (11) 空气、燃油、润滑油过滤器

(12) 机组控制柜

(13) 高精度电子调速器

205.2.2 机组主要性能

(1) 机组符合 GB《工频柴油发电机组通用技术条件》和《自动化柴油发电机组通用技术条件》以及国际《250 至 3200kw 柴油发电机通用技术条件》和《自动化柴油发电机组分级要求》的规定。

(2) 当低压配电系统市电中断供电，机组在 5 秒钟内完成自动起动，10 秒钟内电压达到额定值并可向负载供电。自起动可连续作三次起动尝试，若三次起动失败，机组自动停止操作，并自锁和发出声音信号。当市电恢复正常，机组经延时后自动停机。

(3) 机组应配套低温启动的辅助装置、发电机设置由恒温器控制的防潮电加热器，以确保任何气候下机组能正常启动、运行。

(4) 发电机组应具备远程监测和控制功能，提供 RS485 通信接口并提供通信协议。

(5) 柴油发电机组及其控制屏、相应的电器设备均应保证在(9)的使用条件下能正常工作。

(6) 机组应配备手操（钥匙）电启动装置及相应仪表，当自动化控制屏发生故障时应能采用手动钥匙的方式启动、运行，并通过设置的机械油压、水温、转速、电流、电压、频率仪表对机组运行情况进行监视。

(7) 不论是手动或自动化控制状态，发电机的频率和电压均可预调并在出厂时预调设置完成。

(8) 使用条件：机组在下列条件应能可靠工作

a、海拔高度 不超过 1000m

b、环境温度 0~40℃

c、空气相对湿度 小于 95%(20℃时)

(9) 主要技术指标

a、 发电机额定功率：见图纸

b、 电压：3 相交流 380 / 220V(满载电压)、400 / 230V(空载电压)，电压波动 $\pm 0.5\%$ ，电压瞬态调整率 $\leq 15\% \sim -15\%$

- c、频率：50Hz，波动率 $\pm 1\%$ ，频率瞬态调整率 $\leq 10\sim -10\%$ 。
- d、功率因数：大于 0.8。
- f、电子调整器，稳态电压调整率 $\leq \pm 0.5\%$ 。
- g、电子调速器自空载至满载时，稳态频率调整率 $< \pm 0.25\%$ 。
- h、电压稳定时间 < 1 秒。
- I、频率稳定时间 < 1 秒。
- j、机组在空载额定电压时线电压波形正弦性畸变率应不大于 5%。
- k、噪声：不超过 105dB(离机 1m，离地面 1m)。
- L、机组工作时振动的单振幅值应不大于 0.5mm。

(10) 设置以下故障自动停机和保护装置：

冷却水温度过高

机油压力过低

发动机超速

发动机起动三次失败

发动机起动后未能升速或达不到额定转速

机组起动成功后升至额定转速但发电机未能建压或缺相

(11) 设置声光报警（声光报警器应安装于发电机房门口）

在下列情况下，发出声光报警

冷却水温度过高

机油压力过低

发动机超速

发动机起动三次失败

发动机起动后未能升速或达不到额定转速

机组起动成功后升至额定转速但发电机未能建压

紧急停机

日用主油箱油位过低

DC 24V 电池组电压过低

(12) 柴油发电机组应配置无人值守的自动排烟、排气设施，且这些设施应配有防止小动物侵入的自动门或栅栏。

205.2.3 柴油发动机

直列四冲程重型柴油发动机，燃油系统为后冷式涡轮增压直接注入点火，汽缸套可更换湿式油底壳润滑系统。全电子自动控制调速。

(1) 柴油发动机要求采用康明斯(CUMMINS)、帕金斯(PERKINS)、道依茨(DEUTZ)、沃尔沃(VOLVO)等著名品牌合资企业(在中国境内生产)的产品或性能相当的产品。柴油机的主要配件(涡轮增压器、空气/燃油/机油滤清器、油水分离器、机油泵、联轴器、电子调速器、直流起动电动机等)应为柴油机原厂家配套(或柴油机原厂指定产品)。

(2) 柴油发动机的功率与发电机的额定功率配套，满足发电机全负荷功率输出，包括完整的辅助设备和配件，并组合安装在一个底座上，符合相关技术标准以及本标书提出的要求，达到运行稳定、动平衡好、震动小、损耗和噪声低的优良运行性能。

(3) 燃油和机油系统：

机组燃油及机油消耗率低，在标准大气状态下，输出额定功率时燃油消耗小于 270 (g/kw.h)，机油消耗小于 4.0 (g/kw.h)

燃油过滤系统：高精度纸基过滤器，直流燃油电磁阀。

机油过滤：高精度纸基润滑过滤器，带旁通保护。

发电机组油箱：柴油发电机可不设组机底座油箱，而在储油间设独立油箱，油箱应由 1.5mm 不锈钢制成，并设有油位计、过滤装置、自动供油装置等。油箱底部应制成锥形，在锥底设排油口。油箱容量应不低于机组满负荷运行 24 小时的用油量，油箱尺寸由承包人根据储油间及储油间门的尺寸确定。油箱与发电机之间的供油管路应用铝塑管连接，铝塑管规格满足供油量要求，并确保使用可靠，无滴漏、渗漏。机组交付使用时，承包人应加注不少于满负荷运行 12 小时的油量。

(4) 冷却系统：

发动机冷却为风冷式自带风扇水箱封闭水循环。

配备低温启动的水套加热器

(5) 电动起动系统：

a、发动机由 DC 24V 直流电动机起动，可手动、自动起动。

b、DC 24V 电源采用恒压式充电器。

c、DC 24V 电池组采用封闭式铅酸电池，电池容量满足 6 次连续起动发动机而不

致过度放电。

(6) 联轴器及避震装置

- a、柴油发动机与发电机采用柔性直接联接，配备满足此种联接要求的联轴器。
- b、柴油机和发电机与底座之间装设避震器、底座安装有减震措施。

(7) 排风与排烟系统：

- a、确定土建预留预设条件。
- b、发动机配备消音功能大于 15dB 的消音器和膨胀节，发电机至消音器及消音器至排烟管采用不锈钢软性波纹管连接。

(8) 调速：配置高精度电子调速器，并可手动调速。

(9) 另需配置以下表计： 冷却水水温表、机油压力表、转速表和日用油箱油位计。

205.2.4 交流发电机

额定功率见图纸。

(1) 发电机要求采用斯坦福 (STANFORD)、利莱森玛 (LEROY-SOMER) 等著名品牌合资企业的产品或性能相当的产品。

(2) 三相四线制，额定电压 400/230V，50Hz，Y 接法，中性点直接接地。水平联轴，防滴、网护式同步发电机，外壳防护等级 IP23，H 级绝缘， $\cos \alpha$ 滞后 0.8。无刷自励磁，固体电路，自动恒压，电压调整采用高精度电压自动调整器 (AVR)。

(3) 机内设置由恒温器控制的防潮空间电加热器，

(4) 发电机特性：

发电机的特性与发动机的转矩特性匹配，使发电机满载时能充分利用发动机功率而不超载。

205.2.5 发电机控制柜

(1) 柜体结构：采用冷扎钢板经酸洗磷化喷漆，不易生锈，防护等级 IP4X。符合国家通用电器标准；颜色由业主确定。

(2) 发电机控制柜为独立柜体，柜体不可附着安装于发电机组上，应单独落地安装。

(3) 空气断路器：

- a、采用 ABB、西门子、施耐德或 GE 塑壳断路器。

- b、额定电流：按发电机最大供电电流配置，见系统图
- c、最大分断能力：大于 30kA。
- g、具有过载长延时脱扣、短路短延时脱扣、短路瞬时脱扣保护
- d、塑壳壳体 $\geq 630A$ 时，应采用框架断路器，应配备电操装置。

(4) 控制装置：

a、自动化控制器采用液晶显示屏，汉字显示机组工作状态，并能显示、设置工作参数：

可显示：发电机电压（各相）、发电机电流（各相）、频率、有功功率、功率因素、有功电度、运行时间、冷却水温、机油油压、转速、主油箱油位、电池组电压等参数。

故障存储与查询可指示：冷却水温度过高、机油压力过低、发动机超速、发动机起动三次失败、发动机起动后未能升速或达不到额定转速、机组起动成功后升至额定转速但发电机未能建压、紧急停机、日用主油箱油位过低、DC 24V 电池组电压过低等事故报警记录，故障记录大于 10 条，可清除及自动更新。

具备频率预调、电压预调、发电机起动/停止手动控制、直流电池组自动浮充电、自动电压调整器、音响报警、RS485 通信接口。

b、开关及按钮

发动机启动手动/自动操作选择开关、紧急停车按钮（警告信号应手动解除）故障复位按钮、手动启动钥匙开关。

c、另配备精度不低于 1.5 级仪表：

频率表、交流电压（各相）、交流电流表（各相）和相应相位转换开关

机械式油压、水温、转速表

(5) 发电机具备远程“三摇”功能，供货商应提供开放的远程通信协议和调试软件，通信接口为 RS485 口。

摇控功能包括：故障复位、开机、停机、警告信号解除。

摇测功能包括：发电机电压（各相）、发电机电流（各相）、频率、有功功率、功率因素、有功电度、运行时间、冷却水温、机油油压、转速、主油箱油位、电池组电压。

摇信功能包括：机组运行/停止状态、手动/自动状态、电压异常报警、冷却水温度过高报警、机油压力过低报警、发动机超速报警、发动机起动三次失败报警、发动

机起动后未能升速或达不到额定转速报警、机组起动成功后升至额定转速但发电机未能建压或缺相报警、紧急停机报警、日用主油箱油位过低报警、DC 24V 电池组电压过低报警、其他事故报警。

205.2.6 备用零件、附件

为确保柴油发电机组的正常和安全运行，便于监视和检测、维护、修理和提高运行可靠性。供货商应负责在交货后至少十年内供应相同型号的备件或相同或较好质量的替代品。

205.2.7 防腐蚀措施

所有金属设备、部件必须严格作防腐处理，并提供防腐检测报告。

205.3 检查和试验

205.3.1 在制造工厂的检查和试验

所有柴油发电机组应在制造厂进行检查和试验，以表明其运行性能及设备、材料、结构在电气、机械的完整性。型式试验报告和鉴定试验报告按定型产品的型号提供，出厂试验报告每台机组均应提交。试验项目至少但不限于下表所列项目。

序号	试验项目	出厂试验	型式试验	鉴定试验
1	检查外观	√	√	√
2	测量外形尺寸			√
3	检查标志、包装			√
4	检查相序	√	√	√
5	测量机组重量		√	√
6	测量绝缘电阻	√	√	√
7	耐电压试验		√	√
8	检查自动维持准备运行状态		√	√
9	检查自动供电和自动停机的可靠性	√	√	√
10	检查自动启动成功率		√	√
11	检查控制屏上各指标装置的工作情况	√	√	√
12	检查空载电压整定范围		√	√
13	检查自动补给功能	√	√	√
14	检查自动保护功能	√	√	√
15	检查某些自控项目进行手控的可能性	√	√	√
16	测量电压波动率		√	√
17	测量电压和频率和瞬态调整率及其稳定时间		√	√

18	测量频率的波动率		√	√
19	在额定情况下的连续运行试验		√	√
20	测量燃油消耗率和机油消耗率		√	√
21	检查冷态到热态的电压变化		√	√
22	测量发电机各绕组温升		√	√
23	测量线电压波形正弦性畸变率		√	√
24	测量在三相不对称负载下的线电压偏差		√	√
25	检查直接启动电动机的能力		√	√
26	并联运行试验			√
27	高温试验			√
28	测量振动			√
29	测量噪声			√
30	测量排气烟度、有害物质的浓度			√
31	检查平均故障间隔时间			√
32	检查无人职守时间			√
33	检查机组的成套性			√
34	测量无线电干扰值			√
35	运输试验			√

205.3.2 指导安装试验和试运行

每台机组运抵现场后，供货商应指导就地安装就位，并与电源、辅助设备控制，保护和监测系统相连接。指导安装试验和试运行应按预定的试验和调试进度进行，并按总要求实现。

205.4 安装要求

(1) 柴油发电机房下列导电金属应做等电位联结：

- 1) 发电机组的底座。
- 2) 日用油箱支架（若有时）。
- 3) 金属管，如水管、通风管等。
- 4) 钢门（窗）框、百页窗、有色金属窗框架等。
- 5) 在墙上固定消声材料的金属固定框架。
- 6) 配电系统 PE 线。

(2) 发电机的外壳、电气控制箱（屏、台）的箱体，电缆桥架、敷线钢管，固定电器支架等应与 PE 线可靠连接。

(3) 发电机房布置。发电机房的布置按图纸进行，并做到：

- 1) 蓄电池组和柴油发电机组自带油箱与机组成套安装。
- 2) 装有减振器时，所有连接件，如排烟管、油管、水管等必须采用柔性连接。
- 3) 排烟管的柔性连接严禁用作弯头和补偿管道安装误差。
- 4) 排烟管、消声器安装时，用 E4303 焊条焊接，焊缝高度“K”为被焊件之薄件厚度，管内介质温度 $t \leq 550^{\circ}\text{C}$ ，支架外表面除锈后，涂两遍醇酸底漆，两遍醇酸磁漆。
- 5) 排烟管外表面温度 $\leq 450^{\circ}\text{C}$ 时保温层采用 1 层岩棉毡，排烟管外表面温度 $\geq 500^{\circ}\text{C}$ 时，保温层采用 2 层，即接触管壁的一层为硅酸铝纤维毡，外包一层岩棉毡。
- 6) 排烟管穿过墙壁时，应配置保护套，伸出室外沿墙垂直敷设，其管出口端应加防雨帽或切成 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的斜角。所有排烟管道的壁厚应不小于 3mm。
- 7) 排烟管的走向应能防火，伸出室外部分宜设 0.3%~0.5% 的坡降，便于油烟凝结液及冷凝水排出室外。水平管较长时，在最低点装排污阀。
- 8) 柴油机组排风筒各组件之间的连接均用螺栓连接，排风筒的铁件部分均需先刷防锈漆两遍，再刷与机组颜色相同的面漆。
- 9) 导风罩应采用耐火材料，导风罩长度不应大于 500mm，否则应用冷轧钢板做排风筒。

(4) 柴油机组至控制柜的连接电缆（或母排）规格应能满足柴油机组满负荷运行时输出最大功率的需求。

206 不间断电源（UPS）

本技术要求用于本合同涉及到的不间断电源（UPS），本节涉及到对不间断电源的设计、制造、安装与调试的最低要求。

生产企业的注册资金应达到 3000 万元。

206.1 技术标准

除本标书提出的技术要求外，所有设备还符合但不局限于下列标准的最新版本。

《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945-2010

《半导体变流器 通用要求和电网换相变流器》GB/T 3859（系列标准）

《不间断电源设备》GB 7260（系列标准）

《信息技术设备用不间断电源通用技术条件》GB/T 14715-1993

《信息技术设备用不间断电源通用技术条件》GB/T 14715-1993

《UPS 性能》IEC60146

《UPS 安全》IEC60950

《低频传导干扰、谐波干扰、电压波动干扰、抗瞬态电冲击、抗浪涌能力》
IEC61000

《消防应急照明灯具通用技术条件》GA 54-1993

《通信用不间断电源(UPS)》YD/T 1095-2008

《不间断电源节能产品认证技术要求》CSC/T 43-2006

《电力用直流和交流一体化不间断电源设备》DL/T 1074-2007

《不间断电源系统(UPS) 第 1 部分:UPS 的一般要求和安全要求》DIN EN
62040-1-2009

《半导体变流器. 不间断电源系统开关》NF C53-228-1989

《不间断电源系统(UPS) 第 3 部分: 确定性能的方法和试验要求》DIN EN
62040-3-2011

206.2 总体要求

本项目应采用在线式工频 UPS, UPS 产品必须具有欧洲 CE 或美国 UL 或 3C 认证。

206.3 电气特性和性能

1、使用条件:

(1) 环境温度: $0\sim 40^{\circ}\text{C}$;

(2) 相对湿度: $<95\%$ (20°C 时)。

适应于公路隧道环境, 防护等级达: IP4X

2、主要技术指标:

(1) 输入:

电压: 单相: $220\pm 20\%$, 三相: $380\pm 20\%$

频率: $50\text{Hz}\pm 5\%$

相数: 单相三线、三相五线

(2) 输出:

电压: 交流 $380\text{V}/220\text{V}$ $\pm 2\%$, 静态, 均衡负载

$\pm 5\%$, 动态, 突变负载

频率：50HZ $\pm$ 0.5%

波形：正弦波 失真度（THD） $<3\%$ 线性负载： $<5\%$ 非线性负载

隔离特性：输入和输出完全隔离。

容量：见施工图

（3）切换时间：零切换；

（4）电池备用时间：30 分钟；

（5）过载能力：

150%负载应能持续 0.5 秒后自动切到旁路

125%负载应能持续 60 秒后自动切到旁路

旁路： 550~1000% 500ms

（6）电池：配置 SUN、沈松、汤浅免维护密封蓄电池组

（7）噪音：小于 55dB；

（8）效率：大于 90%；

（9）显示：LCD 液晶显示，最少应有输入电压（若三相，可分别显示三相电压）、输出电压（若三相，可分别显示三相电压）、负载率（若三相，可分别显示三相负载率）、电池余量百分比、输入频率等。

3、保护：应有市电异常、电池欠压（电池余量过低）、过流（过载），过温、短路、输出过压、输出欠压保护。

告警：具有过载、市电异常、电池余量过低等报警功能。

4、其他特性

（1）对电池组具有检测及显示的功能

（2）电子线路板应做防腐处理，具有抗腐蚀和抗油烟能力

3）UPS 具有内部时钟，并可通过通信接口校时。

（4）UPS 电池组断路器必须采用直流型的断路器。

5、通讯接口

内置支持 TCP/IP 通信协议的以太网卡。提供通信协议，配置多台 UPS 监控管理软件，并符合统一监控软件系统技术要求。

6、与上位机通信应提供以下参量：

输入电压（若三相，可分别显示三相电压）

输入频率

输出电压（若三相，可分别显示三相电压）

负载率（若三相，可分别显示三相负载率）

UPS 工作状态（停止、运行、旁路、故障）

电池剩余容量（百分比）

市电异常告警

过载告警

电池余量过低告警

保护告警

时间校对和数据采集时间

206.4 设备接地

UPS 输出中性点与输出变压器的星形中性接地线相连接，机身符合本规范的有关章节。

206.5 检查和试验

1、在制造厂的检查和试验

所有的 UPS 按总要求在制造厂进行检查和试验，以表明其运行性能以及设备材料和结构在电气、机械上的完整性。

2、型式试验

以国家专业检测部门出具的型式试验报告供业主复查和确认，所制造的 UPS 与型式试验的设备具有相同的质量和标准。

3、试验的范围和方法

每台 UPS 按国家的有关规范、规定进行出厂试验，按有关每个部件的标准进行测试试验，试验方法按国家标准规定进行。

4、常规检查和试验

常规检查包括但不限于：

- 1) 视觉检查：设备的质量、结构、总装配和面漆；
- 2) 所有控制、保护和监控设备的电气运行；
- 3) 按 GB 的要求进行电气试验。

5、试验项目包括但不限于以下项目：

1) 型式试验:

额定输出功率;

输出电压;

输出频率;

波形失真;

电源效率。

2) 出厂试验:

切换时间试验;

过载能力试验;

噪声。

207 线缆

207.1 电缆技术要求

207.1.1 一般要求

(1) 承包人在电缆配盘过程中应本着经济、合理使用的原则,配足用于本系统使用的主、备用电缆。

(2) 生产企业的注册资金应达到 10000 万元。

(3) 电线产品必须通过国家强制性 3C 产品认证。

207.1.2 电缆

(1) 电缆要由批准的制造商制造并带有制造厂家的完整的封签和保证书。应保持封签的完整以便日后出故障时用以检验和记录,全部电缆要提供产品测试的合格证。

(2) 电缆要安装在电缆盘上运输且电缆端要有效密封。当电缆盘上的一截电缆被剪断后剩下的端头要立即密封以防止湿气浸入。

(3) 电缆要适应周围的环境条件和安装条件指标。

(4) 电缆的技术规范应符合国家标准。

207.1.3 电缆接头及附件:

(1) 所有电缆接头及附件均应采用辐射交联热缩材料,其绝缘强度均不应底于各电缆的原水平。

(2) 电缆接头的绝缘材料颜色与电缆外壳颜色相同或相近。

207.2 施工要求

207.2.1 电缆的敷设

(1) 电缆的敷设应满足《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168-2006 的要求。电缆布设方式按施工图要求执行，不详之处按《电力工程电缆设计规范》GB 50217-2007 相关章节执行。

(2) 本工程在高速公路沿线 10kV 供配电系统采用 YJV22-10kV 或 YJLV22-10kV 铠装电力电缆。沿线一般路段直接埋地敷设；过桥处电缆沿护栏外侧玻璃钢管箱敷设；隧道内电缆沿洞内电缆沟支架敷设；跨涵洞及小桥时电缆穿镀锌钢管敷设；电缆横穿路边边沟时应穿钢管在沟底敷设；电缆改变敷设方式处设手孔井过渡。直埋电缆每公里左右设一个人孔井，作为遗留盘井及电缆中间接头的工作井；电缆直线段每百米及转弯处应设标志桩；电缆人、手孔井处应设相应标识。

(3) 布放电缆时，电缆必须从盘上的上方放出，使其线弧要均匀。井口要垫麻包，管口装铜瓦等，以免磨损刮伤电缆护套，并随放随检查确保无伤痕或加以替换。

(4) 电缆敷设时，不应超过电缆厂家规定的牵引张力和弯曲半径的要求。穿缆的详细方法要提交监理工程师批准。在敷设时要避免电缆护套的应力损伤。可以使用牵引润滑油，但必须得到监理工程师的批准。

(5) 电缆应在所有人孔中给予支托。一条电缆通过各个人孔所占用的管孔和电缆托板的位置，前后应保持一致，避免电缆相互交叉或由人孔的一侧跨越至另一侧。

(6) 当电缆通过电缆孔洞、电缆管道和类似的地方时应采用防火、耐水材料封堵，以隔断火源、防止害虫和水进入。

(7) 电缆、电线要根据相关的原理图作清晰的编号标记，用于接序和回路检查，电缆在端头处要装有标签，在“竣工”电缆启示中给出其参数号。

(8) 根据工程需要，在个别地段设置必要的电缆盘留，其设置应报监理工程师批准。

(9) 电缆在电缆沟内敷设时，应将电缆采用电缆卡箍固定在电缆支架上（电缆支架材质应为 Q235），固定间隔不大于 2 米；其它相似环境（如：管箱内），应将电缆做相应的固定。

(10) 工程安装、调试完成后，经监理工程师确认，对电缆盘坑、人（手）孔等处，采用细沙填充，在盖板上用不低于 C25 的混凝土全面封盖，厚度不低于 8cm、宽度超出盖板外边沿 20cm；其它相似环境，参照本条执行。

207.2.2 电缆、电线连接

隧道洞壁、洞顶管内电线不得接续，电缆沟及电缆管内电缆原则上也不宜接续。如特殊情况需连接电缆时，其连接部位、接续方法应获得监理工程师批准，并按下列方式处理：

- 1、电缆护套连接选用热可缩套管包封连接，按厂家说明操作。
- 2、电缆护套内的所有金属部分应连续地通过接头，每根电缆的接头处应与大地绝缘，连接线应能承载由于感应到金属部分而产生的任何电流。
- 3、接头盒应为电缆接头提供密封防潮的环境，壳层可以填充防水混合物，但应能重新进入以便进行维护和满足其他目的。
- 4、在电缆线路所处的温度和其他环境条件下，接头盒的预期使用寿命至少 30 至 50 年。
- 5、当接头设于桥上(或跨线桥)的金属接头管箱时，应按要求提供附加的环境保护措施，以确保规定的使用寿命。
- 6、接头应牢固地安装在人孔中。
- 7、电缆接头在人孔内安放的位置，不应安排在管道进口处的上方或下方，它和电缆都不应阻挡管道的空闲管孔，避免影响今后放设新电缆。
- 8、接头应安装在尽可能高处，以免浸水。
- 9、电缆线路上的环境温度处于 $-25\sim 50^{\circ}\text{C}$ 之间，金属电缆以及相应的金属电缆防护设备在上述条件下应能完全正常运行。

207.2.3 电缆端接

- 1、本工程电缆在进线室预留，对进线室无预留时，应预留在局前人孔或向前 2～3 孔内，有接续人孔的预留原则上预留在相邻的人孔内，确保维护的安全。
- 2、室外电缆应先接到配线箱端子板，后接到设备，或根据监理工程师要求进行。

208 接地

208.1 接地总则

所有与高、低压电气设备有关的及其它金属元件（带电结构除外）都应按照《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011 和《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169-2006 以及 IEC 标准的有关规定，牢固有效地接零和接地，并进行等电位连接，构成等电位接地系统。

208.2 接地装置

1、接地装置除利用自然接地体外，还应敷设人工均压网，进行等电位连接布置，尽可能降低接触电势和跨步电势。

2、接地装置的接地电阻，应保证在土壤的季节变化的最大值符合规定，接地装置施工时应与土建工程密切配合，以保证埋设深度；回填土时，应先填细土，保证接地良好；在高土壤电阻率条件下，可采用降阻剂或填充电阻率较低物质。

3、人工接地体的材料、水平敷设采用扁钢、垂直敷设采用角钢，接地装置的导体截面应符合热稳定与均压的要求，且不应小于《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011 所规定的规格。

4、所有接地装置的金属钢件，均应热镀锌。

5、低压电力设备的铜接地线截面不应小于《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011 所列数值。

6、钢接地线连接处应焊接，可采用螺栓连接并应设防松螺帽或防松垫片、采用螺栓连接时，无论是钢与钢、铜与钢或是钢与铜之间，其搭接面必须搪锡，以防锈蚀，保证接触良好。

7、所有金属套管和电缆外皮的两端应接地。

8、直接接地的变压器中性点以及电气设备外壳与接地体或接地干线连接应采用单独的接地线，与电气设备外壳连接的分支接地线，一般为铜线，与接地干线的连接采用连接板或直接用螺栓连接。

208.3 变电站的接地及等电位连接

1、围绕变电站房屋内壁四周，作闭合的接地装置，接地电阻应不大于 $4\ \Omega$ 、有与弱电系统共用接地时，应小于 $1\ \Omega$ ，变电站的高、低压配电装置、变压器、电容器、UPS 屏；镉镍蓄电池屏等设备的基础型钢与接地装置，不少于两处有可靠连接。从低压配电屏的两端至少各引出 1 根接地扁钢，1 端与 PE 母线可靠连接，另一端与接地装置可靠连接，低压配电屏内 PE 母线和 N 母线作 2 处可靠连接。此部分由机电设备安装承包人完成。

2、隧道变电站采用 TN-C-S 接地系统，从隧道变电站的接地装置，引出 2 根镀锌扁钢，分别引至左右线隧道，与敷设在隧道两侧电缆沟内的接地扁钢可靠焊接。

208.4 隧道内的电气设备的接地及等电位连接

1、在左、右线隧道洞口处行车方向右侧电缆沟内进行一处重复接地，每处重复接地装置，接地电阻不大于 4Ω ，有与弱电系统共用接地时，应小于 1Ω ，。

2、隧道内电缆沟的电缆支架间均用一根接地干线连接，保证接地通路。

3、所有接地装置的金属构件均采用热镀锌，焊接处进行防腐处理。

4、洞外金属电力管道、隧道预埋钢管、配电箱外壳、电缆支架、分线盒、接线盒、灯具、风机安装支架及其它非带电金属外壳间均相互可靠焊接（必要时可采用 $\Phi 8$ 镀锌圆钢连接），并与电缆沟内扁钢接地干线可靠连接，保证接地回路通畅。

5、隧道预埋钢管、配电箱外壳、电缆支架、分线盒、灯具安装支架、风机安装支架如有条件均应与隧道壁内钢筋网焊接牢固。

208.5 施工及验收

接地与防雷装置的安装及验收，必须按照《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2002、《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169-2006、设计施工图及本技术规范的规定执行。

209 隧道变电所、配电洞防火门

209.1 总体要求

1、生产企业的注册资金应达到 1000 万元。

2、隧道变电所、配电洞防火门必须符合《防火门》GB 12955-2008。

209.2 材料与配件

209.2.1 门框、门扇面板及其加固件应采用冷轧不锈钢板。门框采用 1.5mm 厚，门扇面板采用 1.2mm 厚亚光不锈钢板，加固件采用 3mm 厚不锈钢钢板。

209.2.2 门扇和门框内填充材料，应用不燃性材料填实。

209.2.3 安装在钢质防火门上的锁、合页、插销等五金配件其熔融温度不低于 950°C 。

209.2.4 应设有闭门器，配电洞防火门另设有与洞壁挂接的挂钩，以防止维修时突然闭门。

209.2.5 横洞变电所防火门和人行小门应往隧道侧开启，人行小门内外均可开启。

209.2.6 配电洞防火门除符合设计尺寸外，还应与配电洞室尺寸相匹配，当出现圆拱配电洞室时，防火门应包括上部半圆拱，半圆拱应采用与防火门同材质的材料。

209.2.7 防火门上的锁应配统一的防盗锁匙，一把锁匙能打开各扇防火门。

209.3 外观质量

209.3.1 焊接应该牢固，焊点分布均匀，不得出现假焊和烧穿现象，外表面塞焊部位应打磨平整。

209.3.2 门框、门扇表面无明显凹凸、擦痕等缺陷。

209.3.3 在闭门状态下，门扇应与门框贴合，门扇与门框之间的两侧缝隙不得大于 4mm，上侧缝隙不得大于 3mm，双扇门中间缝隙不得大于 4mm，测量部位均在门扇两侧或上侧或双扇门的中点处，读数准确至 1mm。

209.4 尺寸与形位公差

209.4.1 尺寸公差见表 1

表 1 尺寸公差表

部位名称	极限偏差 (mm)	部位名称	极限偏差 (mm)
门扇高度	+2 -1	门框槽口高度	±3
门扇宽度	+1 -3	门框侧壁宽度	±2
门扇厚度	+2 -1	门框槽口宽度	±1

209.4.2 形位公差见表 2

表 2 形位公差表

名 称	测 量 项 目	公差 (mm)
门 框	槽口两对角线长度差	≤3
门 扇	两对角线长度差	≤3
	扭曲率	≤5
	高度方向弯曲度	≤2
门框、门扇	门框与门扇组合（前表面）高度差	≤3

209.4.3 耐火极限

甲级钢质防火门的耐火极限不应小于 1.2h。

209.5 型式试验和出厂检验

209.5.1 型式试验项目为 209.4。

209.5.2 出厂检验项目 209.2、209.3、209.4。

209.6 标志、包装、运输、贮存

209.6.1 产品运输、包装按《运输包装收发货标志》GB/T 6388-1986 的规定，并应避免碰撞，防止变形损坏。

209.6.2 出厂产品应有商标、名称、型号规格、耐火极限、制造厂名称以及出厂日期等标志，商标设在门扇开启方向的反方向的上门框中间位置。

209.6.3 产品应贮存通风干燥处。应有防晒、防潮、防腐措施。产品平放时底部须垫平，门框堆码高度不得超过 1.5m，门扇堆放高度不超过 1.2m，产品竖放时，其倾斜角度不得大于 20°，长度不得大于 5.0m。

210 变电所环境装饰

1、变电所在设备安装完成后，应进行必要的环境装饰。

2、应清扫变电所内的建筑垃圾、粉尘，封堵所有可进入小动物的洞、孔、以及在排气窗上安装细孔防护网。

3、在变电所各个门槛处安装 30cm 高的防鼠挡板，该挡板应为 18mm 厚的整体木板（或铝合金板），并可方便拆卸。

4、变电所的高、低压室，变压器室，发电室地坪采用石英砂配制树脂砂浆刮涂平，涂防火地坪漆，漆涂层不低于 0.2mm，颜色为绿色；在高、低压柜操作面距盘柜 1 米处（在绝缘垫外侧边缘）地坪上涂一条 40~50mm 宽的黄色地坪漆，作为警示带标志。

5、隧道横洞变电所四周墙面 2.5m 高采用石英砂配制树脂砂浆刮涂平，涂白色水泥漆，漆涂层不低于 0.2mm。

6、每个变电所门挂“配电场所，高压危险”警示牌，警示牌材料为铝板，面积为 200*400mm；

7、变电所高、低压柜操作面前铺设 1m 宽的绝缘垫，长度等同于拼接后的高、低压柜长度；绝缘垫不应多块拼接。

8、高压、低压电气系统图印刷于光面纸，用两块 4mm 有机玻璃夹和后固定于变电所墙面，面积约为 1.4m*2m，具体尺寸可更加运营人员共同确定。开闭所应增加分

区电气系统图。

9、隧道口变电所 UPS 机房应安装空调设备。

10、隧道横洞变电所两侧端墙上应安装通风风机，并加装细孔防护网。

11、隧道横洞变电所的地面应保持水平，当变电所两端出现高差时，不同高度的地面间应有踏步台阶，地面高差大于 50cm 的应设不锈钢的安全护栏。

第三章 通风、照明工程

301 隧道通风

301.1 工程范围

1、本次工程隧道通风系统是一个完成规定系统功能的完整系统工程，承包人应对通风设备的设计、购置、运输、安装以及通风系统的测试、试运行、开通、保修、培训、提供资料、提供备件等工作项目负责。

2、主要设备材料和元器件应采用投标截止前 30 天使用的中国国家标准进行设计生产。

3、承包人可以推荐他习惯采用的标准，推荐的标准只有在监理工程师批准后才能用于工程。

4、无论承包人按何种标准设计、施工、验交，都必须保证通风设备可靠地工作，满足本规范规定的操作使用要求，系统功能要求。

5、隧道通风系统电力电缆的提供、敷设。

6、提供一整套本合同包括的所有设备所需备件以及专用仪器、工具，并提供系统维护所需的全部技术资料。

301.2 隧道纵向机械通风系统

301.2.1 纵向机械通风方式

采用射流风机纵向通风方式。

301.2.2 系统功能

1、在额定工况下工作时，要能满足最大车流量的通风要求。

2、隧道内风量通过风机台数控制，能在 0%到 100%的额定风量范围内有级调节。

3、每座隧道的射流风机应能在反向额定工况下稳定工作，其总的反向风量不应低于正向额定风量的 95%。

301.2.3 资料

承包人应提交下列资料：

- (a) 射流风机的无因次特性曲线和性能特性曲线（包括正向和反向）。
- (b) 射流风机转换风向的性能曲线。

301.2.4 试验

- 1、机械通风系统各项机电设备的试验应按各项机电设备章节的有关条款执行。
- 2、现场试验和竣工试验时应进行机械通风系统的试验。
- 3、机械通风系统试验应在系统各种机电设备检查、试验合格并经监理工程师审核批准后，才能进行。
- 4、通风系统试验应按照厂商的说明和经监理工程师批准的承包人计划试验的内容和程序进行。
- 5、承包人应在通风系统试验前 3 周把计划试验的内容和程序提交监理工程师审查批准。
- 6、射流风机通风试验应按射流风机章节有关条款执行。
- 7、射流风机纵向式通风系统试验包括但不限于下列内容：
 - (a) 承包人应试验和调整各空气入口和出口，使其偏离设计要求在 $\pm 10\%$ 的范围内。
 - (b) 全射流纵向通风系统试验应当包括最少两个位置（分别距隧道出、入口一定距离）上测量隧道内的空气流量，以证实其符合规范、图纸和有关标准的要求。
 - (c) 系统试验时，若出现问题，承包人应负责检查修复后，重新进行试验，直到符合规范、图纸和有关标准要求并使监理工程师满意。

承包人应将各种试验和实测的详细试验报告等资料提交给监理工程师审核批准并归入竣工资料中。

301.2.5 隧道射流风机

301.2.5.1 一般要求

- 1、生产企业的注册资金应达到 1000 万元。
- 2、隧道射流风机的设计、制造和试验应符合中国国家标准的有关规定。承包人可以推荐采用国际标准或其它国家地区的标准，但无论采用何种标准，均需取得监理工程师批准，且不得低于国标的相应规定。
- 3、整套风机由叶轮、风机罩、消声器、电机、悬臂及附件构成。

301.2.5.2 技术要求

1、整套风机设备应具有防水、防潮、防尘、防腐蚀能力，能够经受冲洗隧道高压水的冲击。

2、发生火灾时，在环境温度为 250℃ 的情况下，整套风机设备满负荷运转 1 小时，不应出现机构、电气、或结构方面的故障。应有有效的经国家消防装备监督检验中心检测的通风机高温试验报告。

3、全套风机应完成表面涂漆，使用的油漆在风机一直使用的条件下的寿命为 10 年，并能够在高温环境中经受 1 小时而不冒烟或释放有毒气体，

4、风机应维修方便。

5、风机的叶轮为可调节式，流线型表面，翼型剖面；用铝合金制造或用能适应其规定的工作转速、温度、压力和流量的其它合金材料制造。承包人应负责调整风机的叶片角度，使达到要求的流量而不至于风机过载。

6、风机罩用焊接钢板制造，并进行镀锌处理。

7、消声器为管式，安装于风机罩两端，并保证良好配合；采用焊接镀锌钢板作外壳，内衬吸音材料，内壁为多孔不锈钢板；使用的所有材料应采取防腐抗蚀措施。

8、悬臂的设计、制造应根据安装点情况采用刚性或柔性结构，且应易于安装、拆卸；采用镀锌防护技术。

9、电机的设计、制造应符合中国国家标准的有关规定或监理工程师认可的其它国家地区标准；采用三相鼠笼式电机；电源为 $380V \pm 20\%$ ， $50Hz \pm 2\text{ Hz}$ ，但在电压变化 $\pm 20\%$ 范围内，电机仍能正常工作；电机轴承应具备自润滑能力，且具有防尘、防水措施。

10、功能要求

射流风机应具备高效率、低功耗、运转噪音小；整机的工作可靠性、安全性要高，适用于野外恶劣工作环境；风机可正向、反向运转；风机的使用寿命应不少于 10 年，且应做到免维修。

301.2.5.3 性能参数

1) 出口风速：见施工图；

2) 流量：见施工图，可正反双向工作，反向流量不低于正向流量的 98%；

3) 轴向推力：见施工图；

- 4) 声压级: ≤ 75 dB(A) (风机出口下 10 米 45 度角处测量);
- 5) 电机绝缘等级: 不低于 F 级;
- 6) 电机防护等级: 不低于 IP55;
- 7) 风机能在 250℃ 高温下连续工作 1 小时。

301.2.5.4 施工要求

1、在风机安装过程中,应始终注意使各风机的主风流方向(正转方向)与交通流方向保持一致,风机安装完毕,应检查喷射方向。各风机轴线沿隧道方向应成一条直线。同时,如隧道界限允许,应尽量使风机远离洞壁。风机底边至少应在隧道建筑界限以上 15~20cm 处;

2、风机的支撑预埋件和支持架应做载荷实验,支承风机的支撑预埋件和支持架结构强度应保证在实际荷载的 15 倍以上;载荷试验由土建承包人完成,但风机安装施工单位应在安装风机前落实静载试验情况,仅有监理工程师许可后,方可进行后续的安装。

3、风机在安装前,应进行风机的风速、轴向推力、声压、电机绝缘等参数的测试,承包人应在工地设置测试平台。

4、射流风机安装时不得磕碰及损坏风机,不得通过勾挂消声器来起吊风机,不得对风机施焊;

5、风机软启动和软停止:应根据风机的启动特性设置调整动和停止特性,以满足风机的启动/停止电流和时间要求。

6、供货商(制造商)应协助承包人完成风机安装基础承载力的检查及风机安装的现场指导。

301.3 隧道轴向机械通风系统

301.3.1 轴向机械通风方式

采用隧道专用大型轴流单向运转风机通风方式

301.3.2 一般要求

1、生产企业的注册资金应达到 3000 万元,具备消防风机生产许可资格,具有经国家技术质量监督部门认可的合格试验设施,同时有规模化的风机制造能力;若制造厂家不在福建,应在福建省注册分支机构。

2、轴流风机应有隧道工程实际应用的业绩,轴流风机需通过国家公安部消防部

门的型式实验，并提供型式实验报告。

3、承包人应包括轴流风机的设计、制造、试验、供货、安装、试运转、验收等，生产厂家应根据本技术规范要求定制，在联合设计审查时应提交定型的风机制造、试验方案报告。

301.3.3 技术标准

风机的设计、制造、试验、安装、调试及其相关流程应符合以下标准和规范（但不限于此），若下述标准和规范有最新版本，则应以相应标准和规范的最新版本执行。

《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243-2002

《通风机能效限定值及能效等级》 GB 19761-2009

《通风机系统经济运行》 GB/T 13470-2008

《工业通风机 用标准化风道进行性能试验》 GB/T 1236-2000

《风机和罗茨鼓风机噪声测量方法》 GB/T 2888-2008

《通风机基本型式、尺寸参数及性能曲线》 GB/T 3235-2008

《工业通风机 现场性能试验》 GB/T 10178-2006

《一般用途轴流通风机 技术条件》 JB/T 10562-2006

《交流电气传动风机(泵类、空气压缩机)系统经济运行通则》 GB/T 13466-2006

《通风机系统电能平衡的测试与计算方法》 GB/T 13467-1992

《通风机系统经济运行》 GB/T 13470-2008

《工业通风机 尺寸》 GB/T 17774-1999

《工业通风机 通风机的机械安全 护罩》 GB/T 19074-2003

《工业通风机 词汇及种类定义》 GB/T 19075-2003

《工业通风机、透平鼓风机和压缩机 名词术语》 JB/T 2977-2005

《离心和轴流式鼓风机和压缩机 热力性能试验》 JB/T 3165-1999

《一般用途轴流式压缩机》 JB/T 4359-1994

《风机配套消声器 性能试验方法》 JB/T 4364-1999

《专用的润滑，轴密封和控制油系统》 JB/T 4365-1997

《风机包装通用技术条件》 JB/T 6444-2004

《工业通风机叶轮超速试验》 JB/T6445-2005

《通风机涂装技术条件》 JB/T 6886-2010

《风机用铸铁件 技术条件》 JB/T 6887-2004

《风机用铸钢件技术条件》 JB/T 6888-2004

《风机用消声器 技术条件》 JB/T 6891-2004

《通风机振动检测及其限值》 JB/T 8689-1998

《工业通风机 噪声限值》 JB/T 8690-1998

《通风机产品型号编制方法》 JB/T 8940-1999

《一般用途罗茨鼓风机 第1部分：技术条件》 JB/T 8941.1-1999 《一般用途罗茨鼓风机 第2部分：性能试验方法》 JB/T 8941.2-1999

《通风机转子平衡》 JB/T 9101-1999

《通风机 焊接质量检验技术条件》 JB/T 10213-2000

《通风机 钎焊件技术条件》 JB/T 10214-2000

《消防排烟通风机 技术条件》 JB/T 10281-2001

《地铁轴流通风机 技术条件》 JB/T10533-2005

《旋转电机 定额与性能》 GB 755-2008

《三相异步电动机试验方法》 GB/T 1032-2012

《轴中心高为 56mm 及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值》 GB 10068-2008

《旋转电机噪声测定方法及限值 第1部分：旋转电机噪声测定方法》 GB/T 10069.1-2006

《通风机产品外观质量与清洁度》 JB/TQ 339-84

301.3.4 轴流风机风机性能总体要求

1、投标人必须根据招标文件给出的各风机运行参数、数量和相关技术要求，做出风机的配置方案报告，配置包括轴流风机的叶轮规格、电机功率、消音器装置以及相关附件装置。轴流风机为并联运行时，应按照并联运行的最佳运行工况点选型设计。风机运营各工况控制指标为基本要求，同时不排除某种工况下单台风机运转，因此按照并联运行设计风机时应适当考虑风机单台运行工况。

2、整套风机设备应能承受的工作环境下湿度、温度、溅水、潮气、气雾等。

3、空气特性：风机性能及测试满足 301.3.3 技术标准。特性曲线无驼峰，无喘

振，在任何阻力状态下均可安全稳定运转，厂家必须提供从 0 开始的完整性能曲线，以证明并联工况点确实在安全运转区内。

4、噪声特性：风机噪声特性及测试满足 301.3.3 技术标准。

5、轴流风机性能参数：

1) 出口风速：见施工图

2) 流量：见施工图

3) 声压级： $\leq 112\text{dB(A)}$ ，机壳外 45 度角 1m 处

4) 电机绝缘等级：不低于 H 级

5) 电机防护等级：不低于 IP55

6) 风机能在 250°C 高温下连续工作 2 小时

7) 功率：具体见施工图

8) 工作电压： $0\sim 380\text{V}$

9) 全压：见具体施工图

10) 风量：见具体施工图

11) 额定风量风机效率 $>75\%$

12) 额定状态电机效率 $>90\%$

13) 其工作点应远离喘振区

14) 电机选型应满足于 $0\sim 50\text{HZ}$ 的任何频率的运行要求

6、风机静压应能满足通风系统克服阻力的要求，同时适当考虑风机直径及装机功率；单机工况点与其最高无喘振点最少应有 400Pa 差值；双机并联工况点与其最高无喘振点最少应有 600Pa 差值。

7、在额定转速下的工作区域内，风机的实测空气动力性能曲线与提供的性能曲线偏差应满足以下要求：

在规定的风机全压或静压下，所对应的流量偏差应 $\leq \pm 5\%$ 或在规定的流量下，所对应的风机全压或静压差应 $\leq \pm 5\%$ ；

在接近最高效率点处，工况点实际效率与给定效率的偏差应 $\leq 3\%$ 。

8、风机正常工作情况下在环境温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\leq 95\%$ 时可以连续运行。

9、隧道风机应可长期仓储在环境温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\leq 98\%$ 的环境中，一旦安装完成后不需要任何处理即可投入正常运行。

10、隧道排烟风机应保证排除烟气时能维持正常的体积流量不变。

301.3.5 隧道轴流风机主要构件及要求

301.3.5.1 轴流风机的基本配置

轴流风机主体、减振装置、扩散段(喇叭端段)、软连接、出风口端配置消音器、进风口端配置风门、钢网门及相关必要的配套件。

301.3.5.2 风机

1、风机的设计寿命应大于 20 年，风机第一次大修前的安全运转时间应不少于 24000h；

2、风机的叶轮、叶片、叶榖等关键核心部件应采用世界著名风机厂家的产品，相应的参考有：德国的及普 (GEBHARDT)、科禄格维德 (KRUGER WITT)、梯欧梯 TLT-Turbo，美国的格林翰克 (GREENHECK)、莫迪温 (MULTIWING)、双城 Twin City，巴布科克 Babcock、法国的伊思伊 ECE Cogemacoustic，瑞典的奥斯博格 Ostberg，丹麦的巴克约根森 (NBBARKER)、诺文科 Novenco 等等。叶轮、叶片材质必须采用碳钢空心压制或压铸铝合金，叶片采用全对称机翼型，叶片与轮毂通过高强度专用螺栓连接。风机静止时，风机的叶片角度应可以进行调节和控制（静叶可调），以满足各种工况所要求的风压、风量。风机叶轮直径尺寸须与投标的轴流风机规格的名义尺寸一致。

3、叶轮叶片的结构设计应考虑失速引起的振动应力的影响，同时保证叶片顶部与壳体内壁之间的间隙最小且均匀。

4、机壳的厚度应采用不小于 10mm 高质钢材，风机由内置式电动机驱动、电机支撑构件钢板厚度不小于 25mm，制造精度应符合有关规范的规定，机壳内电机支座应有足够的强度与刚度，且设置有调整装置，可以保证电机位置的安装精度；

5、风机的壳体支架等钢制结构件应按有关规定进行有效的防腐防锈处理，表面全部热浸锌处理（热镀锌层平均厚度应不低于 $65\mu\text{m}$ ），另加防腐涂层漆处理，防腐涂层漆标准参照现行相关船舶行业标准执行，厂家须提供专业权威机构检测的耐 1000 小时盐雾检测报告，在正常运行条件下，涂层防护处理的设计寿命应不低于 10 年。

6、风机部件上应设有用于现场安装和拆卸的足够数量的吊耳；供货人应根据风机房土建设计尺寸考虑风机安装、检修、维护、吊装、冷却系统等所需的空间要求。

叶轮端和电机端须设有观察孔。电源接线盒、轴承加油孔和观察孔设于机壳便于操作处。

7、轴流风机需有防喘振设计，应设置防喘振专用部件，并安装有喘振控制感应器，当发生风机振动超过设计值时，感应器自动控制紧急停机，并给出报警信号，避免喘振现象发生，以保证风机设备的安全。

8、全部风机旋转部件应进行静平衡和动平衡的校验；风机在组装前，提供叶轮动平衡报告，并提供整机安装后的整机动平衡报告，平衡等级均为 ISO1940 和 AMCA 204-G2.5 标准。

9、风机在满负荷工作时，风机及电机的轴承温升不得超过 70°C ，风机与电机轴承应设置温度传感器，并在控制柜上仪表显示温度，当电机与风机轴承超过规定温度时自动停机并报警。

301.3.5.3 电机

1、电机为全封闭鼠笼式异步电机，采用 H 级绝缘，应满足 250°C 下正常稳定运行 2 小时的要求，电机轴承寿命 L10 为 20000 小时，即按 ISO281 计的平均寿命为 100000 小时。电机安装设计应参照标准 IEC 60034 第七部分，采用 IM B3 或 IM B35 形式。

2、轴流风机由内置式电动机驱动，电机应直接与叶轮轮毂连接。带导流叶片的电机支架应焊接于风机筒体，电机轴承形式须满足轴流风机运行工况的荷载形式要求。

3、电机符合 BS5000，电机应符合变频运行要求。

4、电机能连续负载、转矩可变，且在最大载荷下具有额定转速。电机的设计将达到低轴电流，防止轴承损坏。

5、电机的额定电压为三相 380V/50Hz。电机能提供额定转矩 30 秒而无有害过热，并且在此条件下电机的转差率不超过 10%。

6、除轴承外，其余裸露在外的机内钢制零件都有防腐措施。

7、各种电机应保证在相对湿度高达 99%，温度为 50°C 的大气环境下运行。电机应安装有空间加热器，可根据空气中的湿度自动加热，防止潮湿天气冷凝。

8、接线盒符合要求的端接电缆的插口接线柱，链接到主接线盒和复制配线的内部布线接头。为使气流顺畅，电机为外置接线盒设计，焊接于风机筒体，通过从电机

引出的阻燃电缆连接，但须确保电机的防护等级。

9、电缆在电机与外置接线盒之间，装配防护等级为 IP55 的金属软管。

10、电机的功率因数不小于 0.85。

11、安装电机用各种钢结构、托架和构件都按 BS729 或等效标准进行热浸镀锌处理。

12、电机将在工厂进行适当的处理。能承受 250℃ 温度长达 2 小时而不冒烟或释放有毒气体。

13、轴承应采用 SKF、FAG、ACORN、NSK、KOYO 等世界著名品牌或相同品质的产品。

14、电机应设有轴承添加润滑油装置，同时便于添加润滑油。全部轴承组件能在 250℃ 环境下工作 2 小时。滚动轴承设防尘罩，能有效的防止润滑时脏物和水分进入。并按照轴承厂商或电机厂商的推荐意见进行润滑。

15、有关电机的接地按国标电气设备安装规范要求。

16、电机表面应进行处理并达到隧道环境要求。

301.3.5.4 隧道轴流风机软接

1、轴流风机与风道之间应采用挠性连接器连接，以防振动传递到临近装置上，破坏建筑物；

2、挠性部件的两边须使用与轴流风机法蓝等宽的热镀锌钢板或经防锈涂层处理的法蓝压板；

3、挠性部分应采用高强度、抗疲劳、耐高温、耐腐蚀的柔性材料，能够在 100℃ 条件下连续工作，轴流排风机的挠性部分在 250℃ 条件下正常工作 2h，轴流送、排风机的挠性部分须满足耐工作压力 2500pa 以上、轴流风机运行时所需要的最大风速；

4、挠性部分的宽度，根据安装处的条件，允许自由移动，但应无不必要的松弛；

5、挠性材料应满足有关防火规范的各种要求；

6、挠性连接器的软接材料部分不得涂漆，同时应满足相关的防腐要求；

7、挠性连接器的安装应符合相应的管道施工标准；

301.3.5.5 隧道轴流风机扩散器

1、扩散器须满足风机所需要的支撑刚度和强度要求，扩散器外壳、筋板等应用大于或等于 3~5mm 厚的钢板焊接而成，扩散器外壳必要时应布置加强筋板；

2、为防止泄漏，扩散器与其它设备连接处，应使用气密性的毡垫圈、氯丁橡胶密封片及同等材质的密封材料，排风轴流风机密封材料须为耐火材料，可靠密封各处边缘；

3、扩散器应装上带有密封片的检修门，以便检修人员进入维护和检修风机及其配套设备；

4、扩散器应设用于现场安装和拆卸用的足够数量的吊耳；

5、扩散器应单独设置支座和基础；

6、扩散器使用寿命不应小于 20 年，应进行有效的防腐涂层漆处理，防腐和防锈处理标准参照现行相关船舶行业标准执行，厂家须提供专业权威机构耐 1000 小时盐雾检测报告。

301.3.5.6 减振器组

1、轴流风机应设有减震器，采用防侧翻的弹簧减振器组件和紧固螺栓，以防止振动和固体传声转播到建筑物上。

2、减振器的使用将按照轴流风机重量、动载分布情况，使轴流风机在安装位置和正常运行时处于水平和稳定工作状态，减振效率 95%。

3、厂家必须提供每台轴流风机的减振设计计算书。

301.3.5.7 轴流风机消音器

消声器须为模组形式，内层材料选用多孔热镀锌钢板，外层采用加喷涂处理。为了使气流湍动和阻力降最小，每个隔音分割器均应装配有外圆角入口。为了防止隔音介质被冲蚀，应对流过消音器的气体流速加以限制，同时隔音介质面对气流的表面用一层密织玻璃纤维布保护。消声器结构形式须满足方便安装维护检查，厂家必须提供每台轴流风机的消音设计计算书。

301.3.5.8 轴流风机风阀

轴流风机应配置电动组合式四连杆机构双开可调节风阀。调节风阀门用于风道中作工作流量调节之用，风阀框架为焊接结构防腐涂层处理，调节挡板风门采取热镀锌钢板冲压整体铆接结构，风叶轴和连接杆材料采用不锈钢材料。调节风阀最大工作压差 3000Pa，工作温度满足 250℃2 小时。行程时间小于 30 秒；

301.3.6 变频器

施工图标注的变频器型号为变频器厂家的非标型号，为便于更广泛的选择，承包

人(或风机厂家)可采用 H-FLEX04 系列、V50、ACS 系列、ATV61 系列、Micromaster 系列, 要求:

变频器落地式安装, 柜体为变频器厂家的套柜提供。;

变频器柜体外应配置中文 LCD 面板, 可显示变频器全电量以及风机的转矩、转速、功率、电流、电压、频率。

变频器参数可通过 LCD 面板设置。

变频器支持标准现场通信总线协议。

变频器的外接端子和通信满足风机的保护、风机的就地控制、风机的远程控制要求, 具体详见风机控制章节。

301.3.7 风机控制

轴流风机采用在隧道配电室就地手动控制及监控中心远程控制方式, 由自动/手动开关切换。就地手动控制通过设置在配电室的配电柜上, 远程操作由远端的隧道管理站或监控中心(简称远端操控点, 下同)控制, 本合同承包人应同时完成就地控制和远端操控点的硬件和软件的配置。从风机机房到远端操控点的通信通道由三大系统专业承包人完成, 其界面在以太网交换机下端口(以太网交换机由三大系统专业承包人完成), 同时, 承包人应向业主提交各级设备的通信协议、调试软件、远程操作软件、数据库格式、变量代码表等, 变频器应提供原机配置的操作软件;

1、风机应实现如下保护功能:

电机线圈温度超限保护;

风机轴承和电机轴承温度超限保护;

振动超限保护、喘振保护;

电机过载、超频、超压、缺相保护。

2、风机房就地应实现如下功能:

风机轴承和电机轴承温度显示, 温度超限报警;

电机线圈温度显示, 温度超限报警;

平均振动值显示, 振动超限报警;

电机全电量显示;

风机的转矩、转速显示;

变频器工作状态及全电量显示;

变频器开、停以及无级调速；

各风阀开启度电动无极操控，风阀开启度百分比显示；

所有的报警信号均应接至值班室，并配备频闪式声光报警器。

3、远程控制应实现如下功能：

风机轴承和电机轴承温度超限报警；

电机线圈温度超限报警；

振动超限报警；

电机全电量显示；

风机的转矩、转速显示；

变频器工作状态及全电量显示，变频器开、停以及无级调速；

各风阀开启度电动无极操控，风阀开启度百分比显示。

4、其他

电机应实现反转阻尼和停止制动功能。

变频器、PLC、工控机以及现场仪表之间的通信采用国际通用现场总线协议，变频器、PLC、工控机与上位机的通信采用以太网，其协议应支持 TCP/IP 协议。

变频器、PLC、工控机、现场仪表与现场传感器、现场开关量、现场模拟量等连接采用串口或双绞线。

301.3.8 轴流风机检测

1、对风机的全部叶榖、叶片都进行 100%X 射线探伤。

2、风机叶轮组件进行静、动平衡试验，G2.5 标准，并在 1.25 倍额定转速条件下进行超速试验。

3、风机按 ISO13350 标准进行空气动力性能试验。

4、风机噪声测试。

5、电机实验，轴流风机配带电机的额定电压为 380V/50Hz，在供电段电压为额定供电电压的 80%，频率在 48~51Hz 范围内时，电机能够使设备从静止到额定转速进行加速驱动。当外加电压为额定电压的 90~106%，频率为 48~50Hz 范围时，所有电机能在额定转矩载荷下连续运转。当电压为额定电压的 80%时，电机能提供额定转矩 30 秒而无有害过热，并且在此条件下电机的转差率不超过 10%。电机在额定电压下运行的空载电流不高于国家标准。

301.3.9 轴流风机的安装要求

1、承包人应在制造商指导下完成基础承载力的检查以及风机安装，轴流风机的安装与调整过程应严格按照有关机械设备的安装规范要求 and 步骤进行。轴流风机的配电和控制接线应按照设计图以及《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171-2012、《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168-2006 等技术规范的要求进行。风机所有用电设备、控制柜及金属构件等均做好接地。

2、安装前，承包人应对风机进行开箱外观检查，做好开箱检查记录。

3、轴流风机安装前，应对安装基础进行下列检查：

- 1) 基础的外型、高度应满足安装要求；
- 2) 基础外型尺寸允许公差满足有关规范要求；
- 3) 地脚螺栓埋设数量、位置、型号满足安装要求；
- 4) 混凝土基础的质量达到安装的要求。

4、轴流风机的安装与调整过程应严格按照有关机械设备的安装规范及 GB50171-92 要求和步骤进行。

5、轴流风机的配电和控制接线应按照设计图以及 GB50171\GB50168-92 等技术规范的要求进行。

6、风机所有用电设备、控制柜及金属构件等均应做好接地、

7、轴流风机安装完毕后，应进行以下项目的机械检查：

- 1) 风机安装位置正确，各连接面接触良好，连接可靠、无松动。
- 2) 各部件与其安装底座接触紧密。紧固件受力均匀。
- 3) 风机各部件纵、横向水平度的允许偏差达到有关规定要求。
- 4) 风机配电机控制回路接线正确可靠。
- 5) 电气设备及缆线绝缘好，接地符合有关规范要求。
- 6) 所有设备安装正确、无缺项、无杂物、运动部件润滑良好。

301.3.10 工厂验收要求

1、承包人应提供进行各种试验时所需的各种试验设备和工具。

2、各种实验的标准和程序应提交业主和监理工程师审核。

3、提交风机的全部叶轮、叶片、叶毂报关材料，X 射线验伤报告。叶片按照 ASTM155

标准进行 X 光检测。

- 4、提交整机动平衡检测和振动试验报告。
- 5、提交空气动力性能试验报告。
- 6、提交风机的性能曲线和无因次曲线。
- 7、盐雾测试报告。
- 8、消防型式实验报告。
- 9、全部实验报告结果将采用国际单位制。

301.3.11 其他

承包人应提供：

- 1、每台轴流风机的出厂合格证书、出厂检测报告以及出厂验收所提供的报告并经监理工程师核准；
- 2、叶片、叶轮、叶毂以及电机轴承的的报关材料；
- 3、轴流风机安装尺寸；
- 4、风机日常维护、保养及操作手册、设备说明书；
- 5、所需的备品、备件专用维修工具。

承包人需提供风机的技术文件的种类和数量须经监理工程师批准。

302 隧道照明

302.1 工程范围

301.1.1 本次工程隧道照明系统是一个完成规定系统功能的完整系统工程，承包人对照明设备的设计、购置、运输、安装以及照明系统的测试、试运行、开通、保修、培训、提供资料、提供备件等工作项目负责。这里所指的隧道照明设施包括隧道照明及隧道洞外引道照明。隧道洞外引道照明设备技术要求见有关章节。

301.1.2 主要设备材料和元器件应采用投标截止前 30 天使用的中国国家标准进行设计生产。

301.1.3 承包人可以推荐他习惯采用的标准，推荐的标准只有在监理工程师批准后才能用于工程。

301.1.4 无论承包人按何种标准设计、施工、验交，都必须保证照明设备可靠地工作，满足本规范规定的操作使用要求，系统功能要求。

301.1.5 隧道照明系统电力电缆的提供、敷设。

301.1.6 提供一整套本合同包括的所有设备所需备件以及专用仪器、工具，并提供系统维护所需的全部技术资料。

302.2 隧道照明概述

302.2.1 照明标准

各段照明标准详见图纸

302.2.2 一般要求

1、灯具生产企业的注册资金应达到 3000 万元（LED 灯具生产厂家除外），灯具应通过国家 CCC 强制性认证。承包人对灯具的指标应提供国家电光源质量监督检验中心的检测报告。

2、隧道内照明应采用专用隧道照明灯具。

3、供货厂家应承诺隧道灯具整灯保修 2 年。

302.3 隧道内照明灯具

302.3.1 技术标准

除特殊规定外，承包人采购的隧道照明灯具应按本节规定的标准和规程进行设计、制造、检验、安装。

《灯具》GB 7000 （系列标准）

《道路与街路照明灯具安全要求》 GB 7000.5-2005

《灯具电镀、化学覆盖层》QB/T 3741-1999

《投光照明灯具光度测试》 GB 7002-2008

《高压钠灯》 GB 13259-2005

《灯具分布光度测量的一般要求》GB/T 9468-2008

《公路隧道照明设计细则》JTG/T D70/2-01-2014

《防爆灯具安全要求》 QB 1417-1991

《电工产品化工气体腐蚀试验方法》 JB1045

《化工防腐蚀低压电气》 JB1643

302.3.2 技术要求

1、最高温度：50℃；

2、24 小时最高平均温度：30℃；

3、最低温度：-10℃。

4、最热月平均相对湿度不大于 95%。

5、频率：50HZ。

302.3.3 电气性能

1、额定值：

1) 额定工作电压：220V；

2) 额定绝缘电压：500V；

3) 额定频率：50HZ；

4) 额定功率：见施工图；

5) 噪声：<55db (A) (离灯具前、后、左、右 1 米处)；

6) 光源寿命：20000 小时内不低于 70%初始光通。

2、湿态绝缘电阻：用 500V 摇表测量湿态绝缘电阻不小于 24M Ω 。

3、湿态介电强度：能承受交流 50Hz，1500V（有效值）试验电压历时 1min 无击穿或闪烁现象。

4、防触电保护类别：I 类。

5、接线方式：单相三线制（含专用接地线）。

6、电源电流中的各次谐波和总谐波含量不大于 8%。

302.3.4 隧道高压钠灯灯具性能基本要求

1、隧道照明灯具及其所有附件均为公路隧道特殊设计的专用产品，满足隧道内所需的布置方式，附件包括灯具安装支架、膨胀螺栓以及满足现场施工要求的阻燃连接电线。

2、灯具结构件能坚固耐用、并能承受一定的机械应力、电动应力及热应力；电器元件应采用防潮、无自爆、耐火或阻燃产品。

3、灯具外壳的防尘防水等级：IP65。

302.3.5 高压钠灯灯具的结构

1、灯具为前开门型式，不使用工具即可打开灯具。

2、照明灯具应采用全密封设计，为前翻盖方式，外壳主体采用高强铝合金经氧化处理，厚度不小于 2.5mm，前窗采用不小于 5mm 厚度的不散光耐高温抗冲击增强钢化玻璃，外壳所有结合部位应采用氯丁橡胶或硅胶密封。灯具的防护等级应不低于 IP65，抗腐蚀，防触电类别为 I 类，功率因素 ≥ 0.9 。

3、灯具反射器应采用高纯铝板制成，并经阳极氧化处理，鱼鳞状表面，反光率大于 85%，厚度不小于 0.4mm，灯具的配光曲线应满足隧道单侧布灯配光的要求。

4、灯具零部件应具有良好的防腐性能及耐热性能，电器室与发光室用耐高温、绝缘的隔热板隔开，内部连接线应采用耐热导线。灯具引出线采用阻燃电缆，长度大于 1.5 米，满足接线长度要求，并备有连接终端，以便于衔接 2.5mm^2 以上的导线。

5、灯具结构应便于更换灯泡和配件，灯具内应配有单灯保护熔断器和单灯补偿电容器；灯座及灯泡应具有防震装置，灯泡功率 $\geq 150\text{w}$ 时，灯座应采用 E40 型。所有电器均内置于灯体电器室的电器板上，能方便拆装；电器板上配有保险插头和插座（接插件应可靠）等固定断电装置，以便取下电器板时，无须拆卸电缆。

6、灯具光源室应设置由活性炭烧结的空气净化器或呼吸器，以便灯具工作时保持内外压力基本平衡，冷热空气交换时进行过滤、吸湿、防尘。

7、灯具暴露在外的紧固件均为不锈钢材质。所有的插销、铰链、暗栓等均采用不锈钢制成。密封垫为合成橡胶或是硅胶，它是耐高温，不老化，并能抗御隧道内腐蚀性气体的材料。

8、所有灯具能在额定电压 220V 波动范围的 $-10\sim 10\%$ 内启动并运行。

9、灯具包含配套供应的配件，所有配件由工厂事先制成，并附有接地螺栓，以便接引安全地线。灯具包含配套供应的灯具安装支架、尾线、尾线可挠性金属管、安装螺栓。灯具可根据需要进行俯、仰角的调整，调整范围不得小于：俯角 45° （水平向下），仰角 45° （水平向上）。

10、所有隧道灯具能在 $0\sim 50^\circ\text{C}$ 环境温度下正常使用。

11、接地连续性：灯具的非带电金属形成整体，通过外壳上的接地螺栓与接地线连接。

12、镇流器能在 $-10\sim 50^\circ\text{C}$ 环境中正常工作，在额定电压下 3s 内能启动；自启动时间不超过 1min；灯具电器可以在停电后 60 秒内恢复启动。

13、高压钠灯光源应选用欧司朗或 GE 或飞利浦产品，镇流器应为节能型，电容应为防爆型。

302.3.6 高压钠灯灯具技术指标

1、灯具效率：不小于 60%。

2、普通高压钠灯输出光通量：

灯泡功率		输出流明
100w	$\geq$	9000Lm
150w	$\geq$	16000Lm
250w	$\geq$	30000Lm
400w	$\geq$	48000Lm

3、高效高压钠灯输出光通量:

灯泡功率		输出流明
70w	$\geq$	6800lm
100w	$\geq$	10500Lm
150w	$\geq$	17500Lm
250w	$\geq$	33000Lm
400w	$\geq$	56500Lm

302.3.7 隧道无极灯具技术指标及要求

1、除光源外满足以述隧道灯具的要求

2、照明光源采用环型无极荧光灯，采用电子镇流器整体灯具质保期 5 年，质保期 5 年内包换。

3、光效 $\geq 75\text{lm/w}$ ，显色指数达(75~85)，功率因素 ≥ 0.96 ，流明维持率（光衰）5 万小时达 70%的效率，色温为 3500K~4000K 范围内；在交流电压 165~264V 的范围内，光输出必须恒定。电子镇流器功率损耗小于 5w。

4、承包人选用的无极荧光灯灯具外形尺寸应和本项目高压钠灯灯具外形尺寸一致。

5、无电极荧光灯满足以下标准:

电磁兼容: GB17743(1999)EN5501; 抗干扰: EN61547:EN61547;

谐波:EN61000-3-2; 性能:EN60927/EN60929;

安全:EN60928/EN61347。

302.3.8 隧道灯具出厂试验

1、隧道灯具和外接电缆终端样品按 GB7000 标准进行型式测试和其它必要的测试，检验是否完全符合规定。如果不符合规定将更换一种类型灯具直至测试满足要求并取得业主批准。

灯具的试验包括以下项目：对灯具标志、耐久性、湿态绝缘电阻、湿态介电强度、漏电流、防触电保护、爬电距离和电气间隙、电压波动、防尘防水、互换性、机械强度、耐腐蚀、耐热及耐高低温等项目进行试验。

2、在以上测试前，隧道灯具的每种型号样品须进到现场或其它指定地方供业主检视和评价。样品支撑系统和外部电缆终端，除非业主书面表示所建议的总体安排和细节可以接受，否则工厂试验不得进行。

3、承包人应承担所有隧道灯具样品的制造、实验、抽检测试的费用。

302.3.9 隧道照明设备试验

1、承包人应进行试验，以确保设备的性能，试验包括：

- 1) 亮度的测量；
- 2) 均匀系数的测量；
- 3) 电源中断后再触发性能试验；

2、承包人应提供的文件不但满足技术要求中提及的内容外，还包括：

- 1) 产品合格证；
- 2) 使用说明书和维修保养手册；
- 3) 电路图；
- 4) 安装图。

302.3.10 到货检验及验收

设备到达指定地点后，由业主汇同承包人及监理工程师共同对设备进行检验和验收。验收内容及方式为：

- 1、外观检验：包括包装是否符合有关标准，合格证、产品说明书等是否齐全等。
- 2、采用成套抽样检验，抽检率 $\leq 3\%$ ，至少为一套。

3、检验项目由业主及监理工程师根据技术规范按需要选择。检验所需仪器承包人应提供，所需费用承包人应承担。

4、在现场无法完成检验时，送到业主及监理工程师指定的地点进行。检验所需费用承包人应承担。

302.3.11 施工及验收

1、本节设备的安装和验收按照《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》(GB 50254-1996)、设计图及本技术规范的规定执行。

- 2、采用其它国家和地区的施工及验交标准时，经监理工程师批准。
- 3、承包人应提供试验方案、测试仪表，经监理工程师批准后进行现场测试，验交。
- 4、照明设施作为一个完整单元进行检测验交。
- 5、承包人应提供以下图纸和说明文件：
 - 1) 系统的逻辑图和接线图；
 - 2) 每个部件的专用接线图；
 - 3) 每个部件的专用安装图；
 - 4) 操作维修手册，其中包括设备的测试结果报告。

303 道路照明

生产企业的注册资金应达到 3000 万元。

303.1 工程范围

303.1.1 本次工程道路照明系统是一个完成规定系统功能的完整系统工程，承包人对照明设备的设计、购置、运输、安装以及照明系统的测试、试运行、开通、保修、培训、提供资料、提供备件等工作项目负责。

这里所指的道路照明设施包括：

- 1) 隧道洞外引道照明。
- 2) 收费站、服务区高杆灯照明。
- 3) 收费站、服务区广场照明。

303.1.2 主要设备材料和元器件应采用投标截止前 30 天使用的中国国家标准进行设计生产。

303.1.3 承包人可以推荐他习惯采用的标准，推荐的标准只有在监理工程师批准后才能用于工程。

303.1.4 无论承包人按何种标准设计、施工、验交，都必须保证照明设备可靠地工作，满足本规范规定的操作使用要求，系统功能要求。

303.2 照明概述

302.2.1 一般要求

1、灯具生产厂家的注册资金应达到 3000 万元（LED 灯具生产厂家除外），灯具应通过国家 CCC 强制行认证。承包人对灯具的指标应提供国家电光源质量监督检验中

心的检测报告。

2、道路照明应采用专用道路照明灯具。

3、供货厂家应承诺隧道灯具整灯保修 2 年。

303.2.2 照明光源及其灯具选型

1、光源均采用高压钠灯，光源在 20000 小时以上的衰减不低于初始光通的 70%。

2、道路照明采用的灯具应为截光型灯具，广场高杆灯照明采用的灯具为泛光型灯具，灯具性能应满足 GB7001 的规定。

3、灯具布置满足设计照度、均匀度的同时，要避免眩光，各段的照度详图。

4、路灯及高杆灯所选灯具应符合业主对房建风格、道路地形及景观设计的要求，灯具采购时应报监理工程师审查，业主批准。

303.2.3 照明路灯及高杆灯

303.2.3.1 技术标准

除特殊规定外，承包人采购的照明灯具按上述灯具技术标准和规程进行设计、制造、检验、安装。

303.2.3.2 技术要求

（1）环境温度：

1) 最高温度： 50℃；

2) 24 小时最高平均温度： 30℃；

3) 最低温度： -10℃。

（2）最热月平均相对湿度不大于 95%。

（3）交流电源基本参数：

交流工作电压： 380V/220V；

频率： 50Hz。

303.2.3.3 电气性能

（1）额定值：

1) 额定工作电压： 220V；

2) 额定绝缘电压： 500V；

3) 额定频率： 50HZ；

4) 额定功率： 100w、150w、250w、400w、1000w；

5) 噪声 $<55\text{db (A)}$ (离灯具前、后、左、右 1 米处);

6) 光源寿命: 20000 小时。

(2) 湿态绝缘电阻: 用 500V 摇表测量湿态绝缘电阻不小于 $24\text{M}\Omega$ 。

(3) 湿态介电强度: 能承受交流 50HZ, 1500V (有效值) 试验电压历时 1min 无击穿或闪烁现象。

(4) 防触电保护类别: I 类。

(5) 接线方式: 单相三线制 (含专用接地线)。

303.2.3.4 灯具的结构

(1) 基本结构: 灯具结构件坚固耐用、并能承受一定的机械应力、电动应力及热应力, 电器元件采用防潮、无自爆、耐火或阻燃产品。

(2) 接地连续性: 灯具的非带电金属形成整体, 通过外壳上的接地螺栓与接地线连接。

(3) 路灯外壳采用铸铝材料, 表面采用防腐处理, 弧形灯罩, 灯具外壳

(4) 防尘防水等级: IP65。

303.2.3.5 灯具性能要求

(1) 灯具光学参数如下:

1) 灯具效率: 不小于 60%。

2) 高压钠灯输出光通量:

灯泡功率		输出流明
250w	$\geq$	30000Lm
400w	$\geq$	48000Lm
1000w	$\geq$	130000Lm

(2) 灯具的电器室与光源室是隔开的; 电器室内安装电感镇流器, 镇流器能在 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ 环境中正常工作, 在额定电压下 3s 内能启动; 自启动时间不超过 1min; 额定电压下灯功率不大于标准灯功率的 7.5%; 功率因素 ≥ 0.90 , 电源电流中的各次谐波含量不大于 8%。

(3) 灯具内部接线, 须用低相无卤材料绝缘的耐热电缆, 并备有连接终端, 以便于衔接 2.5mm^2 以上的导线。

(4) 灯具具有特设的导线出 (入) 口密封装置, 以便连接按规定选用的进 (出)

线电缆。导线出（入）口由工厂冲压成型，并备有 IP65 所规定的丝口密封盖，以便不用时封堵。灯具外表不允许现场作任何钻孔和割切。

（5）灯具光源室设置由活性炭烧结的空气净化器，对冷热空气交换时进行过滤、吸湿，以降低反射器的光衰速率。

（6）接线盒配有活动盒盖，接线盒内设大小适当的接线端子板，供分支电缆 T 型连接或连接分支电缆终端，还有接地端子供连接接地线，确保接地连续性。每根电缆与接线盒连接处有符合进出电缆线径的防水密封装置。接线盒的防护等级不低于 IP65；接线盒能够采用膨胀螺栓固定在灯具附近的墙壁上。

（7）所有灯具能在额定电压 220V 波动范围的-10~10%内启动并运行。有多盏灯具时，应能分组分别控制开关灯。

（8）灯具包含配套供应的配件，所有配件由工厂事先制成，并附有接地螺栓，以便接引安全地线。

（9）道路照明采用的灯具应为截光型灯具，停车场高杆灯照明采用的灯具为泛光型灯具，灯具性能应满足 GB7001 的规定。

（10）照明设备应为符合施工图要求及满足《公路照明技术条件》GB/T 24969-2010、《升降式高杆照明装置技术条件》JT/T 312-1996 的要求。

（11）照明设备应为适应工作环境下的结构，灯具应设有水平和垂直调节装置，投射角度最终调整符合设计照度要求后，永久固定。

（12）固定支架和其它外露支撑件均应镀锌。

（13）玻璃制品应具有热稳定性，正常照明的正常工作温度下不受雨水的影响，玻璃应经过处理，当其意外破碎时将分裂成小碎片。

（14）内部配线在工作温度范围内应具有热稳定性。

（15）灯具及灯泡应具有防震装置。

（16）外部配线进口应密封以防止进入水气。

（17）反光器应为处理过的具有高亮度的铝制成。

（18）照明设备的灯具、部件的结构和强度应能经受住 40m/s 的风速。

（19）高杆灯具玻璃使用 6mm 厚钢化安全玻璃，防止受热爆炸后跌落伤人。

（20）电气底板易拆卸，维修方便。

（21）光源应选用飞利浦或 GE 或欧斯朗产品。镇流器为节能型产品，电容应为

防爆型。

303.2.3.6 灯具出厂试验

(1) 灯具和外接电缆终端样品按 GB7000 标准进行型式测试和其它必要的测试, 检验是否完全符合规定。如果不符合规定将更换一种类型灯具直至测试满足要求并取得业主批准。

(2) 灯具的试验包括以下项目, 并取得业主批准:

1) 灯具光学参数试验结果与本规范规定所达标准相一致。

2) 对灯具标志、耐久性、湿态绝缘电阻、湿态介电强度、漏电流、防触电保护、爬电距离和电气间隙、电压波动、防尘防水、互换性、机械强度、耐腐蚀、耐热及耐高低温等项目进行试验。

(3) 在以上测试前, 灯具的每种型号样品须进到现场或其它指定地方供业主检视和评价。样品支撑系统和外部电缆终端, 除非业主书面表示所建议的总体安排和细节可以接受, 否则工厂试验不得进行。

(4) 承包人应承担所有灯具样品的制造和实验费用。

303.2.3.7 照明灯具试验

(1) 承包人应进行试验, 以确保设备的性能, 试验包括:

1) 亮度的测量;

2) 均匀系数的测量;

3) 电源中断后再触发性能试验;

4) 眩光试验, 眩光指数 ≥ 5 。

(2) 承包人应提交灯具及附件的合格的试验报告。并按工程的需要提供其它有关资料。

(3) 承包人应提供的文件不但满足技术要求中提及的内容外, 还包括:

1) 产品合格证;

2) 使用说明书和维修保养手册;

3) 电路图;

4) 安装图。

303.2.3.8 灯杆

1、照明设备应为符合施工图要求及满足《公路照明技术条件》GB/T 24969-2010、

《升降式高杆照明装置技术条件》JT/T 312-1996 的要求。

2、高杆灯杆体为分段的钢的结构，采用圆形或多边形，内外表面为热镀锌处理，镀锌量为 $600\text{g}/\text{m}^2$ 。套接深度大于重叠部分口径的 1.74 倍，插接后垂直度偏差不大于千分之三。

3、普通路灯杆体为钢结构，采用圆锥型或多边形，一次成形，表面为热镀锌处理。镀锌量为 $600\text{g}/\text{m}^2$ 。

4、双臂钢杆路灯，应配有 T 型接头。

5、灯柱应完整地运到现场，漆层不能因切割、焊接和连接而产生损伤。

6、灯柱应设有被认可的永久性编号。

7、结构设计风速为 $40\text{m}/\text{s}$ 。在 $40\text{m}/\text{s}$ 的风速时，灯柱顶部的水平偏角不应大于其地面以上长度的 $1/40$ 。结构设计焊接工艺应符合相应的国家标准。应能在 $35\text{m}/\text{s}$ 以下风速时正常工作。

303.2.3.9 高杆照明设备托架

1) 照明设备应安装在能够降到地面的灯盘上。

2) 升降装置应能承受在设计风速下对照明装置所产生的风载荷，并且托架应在升降过程中保持水平和中心位置。

3) 升降式灯盘采用三根钢丝绳提升。

4) 为便于照明设备的维修，应在地面上更换钢丝绳、电缆以及进行电气连接。

5) 起重装置、钢丝绳和自锁装置的设计应在投标中加以说明。

303.2.3.10 高杆照明升降装置

1) 升降机构采用密封式蜗轮蜗杆传动，应装有安全超载保护装置和使钢丝绳卸载的挂钩机构，内置电机。

2) 升降钢丝绳由标准的不锈钢丝组成，钢丝绳的选择、保护和安装应符合中华人民共和国进行安全标准，所有升降机构的关键部分应以不锈钢或其它耐蚀材料制成。

3) 本装置电缆随灯架升降，为随行方式。电缆一端通过控制箱与升降机构及外来电源相连接，另一端与灯具直接连接。

4) 承包人应提供用于灯顶部部件维修、安装等的装置。

5) 每个高杆灯均配套一个升降装置，升降装置安装于灯柱杆体内。

303.2.3.11 避雷

高杆照明设施应设置避雷针，避雷针保护范围应符合国家规定。

303.2.3.12 灯杆基础及接地

接地装置应严格按照图纸要求，配合基础施工同时进行，隐蔽部分应在覆盖前及时作好中间测试、检查和验收。

(1) 接地电阻应 $\leq 4\Omega$ 。

(2) 接地引线和接地电极均应进行热镀锌处理，接地装置不应任意联接或断开，接地引线数量不得任意改变及减少。

(3) 所有焊接必须按相关规范执行，接地线应防止发生机械损伤和化学腐蚀。

303.2.3.13 照明控制

1、高杆灯照明控制采用手动和定时控制两种方式，每基高杆照明还应自带半夜关闭一半灯的功能。照明控制装置安装在高杆灯杆体内，此装置应由灯杆厂商统一提供，应设有时控器。

2、隧道洞外引道照明路灯控制装置安装在洞内基本照明配电箱内。

3、收费站路灯控制装置安装于收费站内。

302.2.4 LED 照明灯具技术指标及要求

302.2.4.1 一般要求

1、LED 灯具生产企业的注册资金应达到 1000 万元，采购的灯具必须是经福建省高速公路建设总指挥部测试合格的产品。

2、LED 灯具用隧道和道路照明，除本章节所规定指标外，其他指标及要求均应满足上述相应章节的应用指标及要求。

302.2.4.2 技术标准

灯具除满足上述标准外，还应满足下列标准要求（不仅限于此）：

《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$ ）》GB 17625.1-2012

《公路隧道照明用 LED 灯具》DB35/T 1307-2012

《公路 LED 照明灯具 第 1 部分：通则》JT/T 939.1-2014

《公路 LED 照明灯具 第 2 部分：公路隧道 LED 照明灯具》JT/T 939.2-2014

《公路 LED 照明灯具 第 5 部分：照明控制器》JT/T 939.5-2014

《公路工程质量检验评定标准》JTGF 802-2004 第二册 机电工程

《公路隧道照明设计细则》JTG/T D70/2-01-2014

302.2.4.3 灯具主要参数

1、灯具整灯光效（总有效光通/输入电功率） $\geq 95\text{Lm/w}$ 。图纸或清单标示的灯具流明数为灯具发出的有效流明（稳定值）。

2、灯具光源采用的 LED 芯片其单颗芯片功率 $\geq 1\text{w}$ 。

3、光源寿命： ≥ 50000 小时。

5、主波长：白光范围

6、LED 色温：3000~5700K （同一合同色温应一致）

7、工作电压范围： $\sim 220 \pm 20\text{v}$

8、谐波电流限值：符合 GB 17625.1-2012 的要求，且总谐波失真 $\leq 15\%$

9、色温漂移： $\leq \pm 500\text{K/年}$

10、灯具应有调光控制接口，接口应符合统一监控软件的要求。

302.2.4.4 其他

采购的灯具应先提供样品，其款式和参数需经项目业主检测或认可后供货。

303.3 到货检验及验收

设备到达指定地点后，由业主汇同承包人及监理工程师共同对设备进行检验和验收。验收内容及方式为：

1、外观检验：包括包装是否符合有关标准，合格证、产品说明书等是否齐全等。

2、采用成套抽样检验，抽检率 $\leq 3\%$ ，至少为一套。

3、检验项目由业主及监理工程师根据技术规范按需要选择。检验所需仪器承包人应提供，所需费用承包人应承担。

4、在现场无法完成检验时，送到业主及监理工程师指定的地点进行。检验所需费用承包人应承担。

第四章 消防工程

401 一般要求

- 1、重要器具，如水泵、消防器具等生产企业的注册资金不低于 1000 万元。
- 2、管材生产企业的注册资金应达到 3000 万元。

401.1 设备和材料

1、设备器材

(1) 机电设备及重要器具，如水泵、电机、火灾控测器、消防器具等，订货前均应向监理工程师报送设备或器具的名称、规格、订货厂家的质量信誉情况，并附产品样本资料，或请监理工程师查看样品。

(2) 泡沫发生装置、固定式消防泵组、灭火器、消火栓等主要设备应具备国家质量监督检验测试中心出具的检测报告和产品出厂合格证、当地消防部门颁发的产品准入许可，并附设备的安装使用说明书以及其他必要的技术文件。

(3) 所有运抵施工现场的设备、器具其规格型号应符合设计图纸要求，并与采购合同一致，均需具备正式的出厂合格证和试验项目清单。所有采购、试验证明材料均应报监理工程师验证。

2、主要材料

所有用于工程的材料如水泥、钢筋、管材、金属构件等，其规格型号应与设计要求一致，应具有正式的出厂合格证和材质检验单。

3、非标制作或自行加工构件

所选电气元件或材料应有定点生产厂家的证明，产品质检报告，所有元器件在安装前均应经过筛选，老化处理，主控制单元的功能调试结果需有监理工程师的认可。非标制作元器件的安放位置，应符合安全净距的要求。

401.2 施工要求

1、施工准备

(1) 核对施工图纸，发现图纸与现场不符时应及时报告监理工程师，并提出改善、变更方案。

(2) 核查洞内外有关设备安设地点处的环境是否满足施工要求，调查核实周围水、电通信设施可资利用的情况，提出对施工可能发生影响的现有设施的防护措施。

(3) 对前道工序如隧道内有关预留、预埋工作进行检查、交接。

(4) 核查前道工序是否因设计变更等原因造成对本项目作业造成影响，如有影响，应及时报告监理工程师，并提出变更方案。

2、一般要求

除因隧道特殊情况要求外，一般作业按下述规范要求执行。

《公路隧道施工技术规范》JTGF 60-2009

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242-2002

《建材工业设备安装工程施工及验收规范》GB/T 50561-2010

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46-2005

《消防技术规范汇编》（公安部消防局版）

《安装工程施工及验收规范》汇编 中国建筑工业出版社机械设计委员会编著

402 与其它系统的界面

1、本合同承包人应本着真诚友好相互合作的精神协调与其它承包人的工作。与本合同有关的工程如下：

(1) 道路土建工程

(2) 通信管道预留预埋工程

业主和承包人应制定现场施工规则，并在施工过程中遵守它。承包人应自费在必要之地点和时间提供和维持所有照明、警戒，以维持正常地施工；还应控制施工工地的出入口，以保持现有道路的畅通。

2、其它承包人完成的工作

部分消防管道及灭火器预留洞（室）等已由土建承包人完成，如：

1) 隧道横穿路面的部分消防管道；

2) 隧道内用于布设消防管道的电缆沟（与通信管道同沟）；

3) 消火栓箱、水成膜灭火器箱、灭火器箱预留洞（室）等。

3、本合同承包人应向业主索取上述工程的设计文件或资料，并且予以仔细研究及进行必要的检查和测试，就一些协调问题提出意见并报监理工程师审批，但此类批准并不能免除承包人在协调工作中应承担的责任。至于少量必要的协调工作费用，被认为是承包人的附属义务，业主将不单独支付。

4、业主提供自电网引入变压器低压侧输出的 380V 三相四线交流电源，承包人应自行确定并配置符合要求的施工用配电设备、线路（其费用应视为已包含在合同总价

中，业主将不另行支付）。

403 消防给水

403.1 通则

403.1.1 范围

消防给水包括隧道内外给水管网、高位蓄水池、低位蓄水池（井）等。

403.1.2 一般要求

1、隧道外输水管道与消防水源的连接、管道的敷设及自动控制装置的连接等技术要求，均应按图纸要求及本节规范规定办理。

2、输水管道敷设时，对管道安设位置、标高、各部位接口等，均应按图纸要求及本规范规定办理。

3、高位蓄水池、低位蓄水池（井）的施工应符合图纸及本规范要求，并服从监理工程师指示。

4、施工过程中应特别注意对现有设施的保护，如沥青混凝土路面、路侧绿化、地下管道、电缆沟内通信 HDPE 管等设施的保护。

5、阀门井、压力表室、膨胀节室等需经常观察或维修的部位应设置明显标志，其设置应符合规范要求并服从监理工程师指示。

6、供水工程所用材料和设备，应有被批准采用的厂商所提供的出厂产品合格证或产品质量检验证。施工前应对管路部件、消防泵组、阀门、压力表、管道过滤器等设备及零配件进行外观检查，并应符合下列规定：无变形及其他机械性损伤；外露非机械加工表面保护涂层完好；无保护涂层的机械加工面无锈蚀；所有外露接口无损伤，堵、盖等保护物包封良好；铭牌清晰、牢固；消防泵盘车应灵活，无阻滞，无异常声音。管子及管件外观表面无裂纹、缩孔、夹渣、折叠、重皮和不超过壁厚负偏差的锈蚀或凹陷等缺陷；螺纹表面完整无损伤，法兰密封面平整光洁无毛刺及径向沟槽；垫片无老化变质或分层现象，表面无折皱等缺陷。

403.2 给水管网

403.2.1 范围

给水管网包括隧道内消防给水管道、高位水池至隧道的供水管道、低位水池（井）至高位水池的供水管道，阀门、膨胀节及管路其它附件等。

403.2.2 施工要求

1、管网施工应严格按设计图纸要求施工。当施工场地环境发生重大变化而影响管网位置时，应及时报告监理工程师，并提出变更方案，征得监理工程师同意后，可按修改或变更方案施工。

2、管网沟槽开挖后，在沟底按规定要求铺设垫层，应及时铺管，不应在沟中立生积水。开挖中如遇其它管道，线缆等应按要求予以保护，并及时与监理工程师联系会同处理。

3、管道铺设应安置牢固。在大于 12%的斜坡上铺设管道时，应设置台阶。

4、在吊运管道及下沟时，不得与沟壁或沟底相碰撞，并不得损坏管道的防腐层及保护层。

5、管道接口不得放在砌体中，且距离砌体不应少于 0.6m。

6、管网安装完成后，应在监理工程师的监督下进行压力试验和漏水试验，试验压力标准及允许渗水量按有关规定进行。

7、消防给水干管应用水压检查其强度和严密性，地下管道必须在安置检查合格、管身两侧及其顶部回填不小于 0.5m 以后，进行压力试验。

8、所有钢管及钢制管件除另有规定，应符合相关规范的要求。

9、焊缝部位应在试压合格后进行防腐处理。

10、管网敷设完成后，承包人应负责沟槽的填埋和恢复，原隧道洞壁的预留沟槽，应采用同样的材料修补填埋，以保证隧道洞壁的完整性。

402.2.3 质量要求

管网安装完成后应进行检查，内容与要求应符合下列规定及相关规范的要求，并按规范填写系统检查记录表。

1、压力表、管道过滤器、金属软管、管道及附件不应有损伤；

2、管网安装完毕后宜用清水进行强度和严密性试验，并填写试验记录。

1) 试验可分段进行；

2) 管网试验压力应达到管道静压力 1.5 倍；

3) 试压前应将水成膜泡沫发生装置加以隔离或封堵。

3、管道冲洗应符合下列规定：

1) 管道试压合格后宜用清水进行冲洗；

2) 冲洗前应将试压时安装的隔离或封堵设施拆下，打开或关闭有关阀门，分段

进行。

4、管道及支、吊架的加工制作、焊接、安装和管道系统的试压、冲洗、防腐、阀门的安装等，除应符合本规范的规定外，尚应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》、《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》和《采暖与卫生工程施工及验收规范》中的有关规定。

5、阀门的检验应按现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》中的有关规定执行，并应按本规范附录 B 填写阀门的强度和严密性试验记录表。

403.3 高位水池、低位水池（水井）

403.3.1 范围

包括高位蓄水池、低位水池（井）的基坑开挖、支撑（护壁）设置，混凝土材料的采备、浇筑，检验等。

403.3.2 一般要求

1、蓄水池蓄水量应满足图纸要求，供水水压应按照图纸要求，保证用水场所内量高用水点所需要的水压。

2、生产用水水质应符合国家基本建设委员会与卫生委员部颁发的《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）的规定，当经调查化验水质不符合要求时，应及时报告监理工程师，并提出水处理措施，经监理工程师同意后，方可进行施工。

3、蓄水池及与之相关的管道工程建筑工程和沟槽土石方工程均应按图纸要求进行施工，若需改变结构形式或位置时，必须经过监理工程师的批准。

4、蓄水池基础开挖后，必须经过监理工程师验收，方可进行池身修建。若发生基坑积水或被淹没，应及时处理，并经监理工程师同意后方可继续进行施工。

5、蓄水池浇筑施工，应严格做到外光内实，无渗透现象，在结构物达到设计强度时，应进行注水试验，分三次进行，每次注水量为全容量的 1/3。间隔时间不小于 3 小时。注满水后，经过 24 小时，观察池壁有无潮湿痕迹，作出记录，并报监理工程师。不符合者，承包人应自费修整，直至符合要求。

6、水池应设置水位标尺和照明，水位自动检测设备在水池施工完后应进行试验调整，自动水位控制应能保证在水池旁和控制室均能控制。

7、水池旁的水位自动检测控制箱应为全封闭式，带遮阳及防雨罩。

8、高位水池顶部应设置便于观察水位洞及扶梯，其顶部应设置避雷网或避雷

针，其接地电阻不应大于 20Ω 。

403.3.3 施工要求

1、一般要求

(1) 编制施工方案

承包人在开工前，应根据设计图纸和有关合同条款，编制施工方案和实施性施工组织设计，并应按照该方法施工。但监理工程师的批准并不免除承包人所负的责任。因施工方法不当造成的任何经济损失和事故，均由承包人负责。

(2) 场地清除

承包人应按图纸要求，清理拟建水池和水井的场地和施工现场，并按其要求拆除原有构造物、旧有路面和其他障碍物。上述清理拆除费用包含在相关工程细目中计量与支付。

(3) 预制场地

钢筋混凝土及预应力混凝土构件的预制场地，由承包人在现场自行选择，并经监理工程师批准。

在批准任何地点作为预制场地之前，承包人应先向监理工程师报送一份完整和拟建所用场地的工作计划。工程完工后，将场地上的临时工程和垃圾清除拆迁，并恢复到原来状态，使监理工程师满意。

2、基坑

(1) 开挖与回填

基础挖方的施工，除按下列要求办理外，也可参照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 的有关规定。

1) 基础开挖的位置、深度、基底尺寸，应符合图纸的要求。在开挖中如发现水文、地质情况与图纸不符时，承包人应根据开挖后的实际情况，提出处理措施报监理工程师批准。

2) 承包人应根据地质水文资料，结合具体情况制定开挖方法和支护方案。在基坑开挖前至少 14 天将施工方法提交监理工程师批准。

3) 低位水池（井）的基坑开挖时，支护（护壁）要安全可靠，应按要求设置。如图纸未明确规定，宜用预制混凝土井圈或现浇混凝土护壁，其混凝土标号不得低于井身混凝土标号。

4) 在原有结构物附近开挖基坑时, 所采用的防护措施应经监理工程师的同意。

5) 弃土不得妨碍开挖基坑及其他工作, 不得影响坑壁稳定, 不得对周围的建筑物及其他任何设施发生干扰或破坏, 或干扰正常交通车辆行驶, 也不得有碍观瞻。否则, 引起后果由承包人自负。

6) 如挖基基坑发生严重流沙、涌泥, 无法继续施工时, 承包人需改变原施工方案时, 应经监理工程师批准。

7) 超过图纸要求挖深、挖宽的部分, 应由承包人用与基础相同等级的混凝土或圬工, 或经监理工程师同意的材料回填并压实, 其费用由承包人负担。

8) 挖基时基底土不得扰动或被水浸泡, 挖至接近基底标高时, 应保留 10~20cm 一层, 在基础施工前突击挖除, 并整平夯实, 经监理工程师检验后, 随即浇筑基础。

9) 在基坑内设置集水坑与集水沟排水时, 应设在基础范围以外。从基础范围内用泵抽水时, 应防止水在新浇混凝土中流动。

在封底混凝土结硬到足以抵抗静水压力之前, 不得用泵在有封底的围堰内抽水。

10) 水池和水井基坑的回填土, 应使用透水性良好的材料或经监理工程师批准的材料, 对称分层填筑压实, 每层压实厚度一般不超过 20cm, 密实度应达到相关规范要求。基坑的回填, 应尽可能在排干水的情况下进行。

11) 圬工基础的地基承载力必须满足图纸要求, 严禁超挖回填虚土。

(2) 基底处理

结构物基底处理, 应按规定办理, 也可参照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 明挖地基的有关规定处理。特殊地基的处理, 承包人应将其施工方案报监理工程师批准。

(3) 基底检验

1) 在基坑开挖并处理完毕, 经监理工程师的检验签认之后, 方能进行基础圬工的施工。

基底检验内容:

检查基底平面位置、尺寸、基底标高, 其允许值及检查方法按《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 规范执行。检查基底地质情况和承载力是否与图纸相符; 检查基底处理和排水情况是否符合规范要求; 检查施工日志及有关试验资料等。

2) 经过检验不符合图纸要求时, 承包人应按监理工程师的指示进行处理, 直至

检验符合要求。

3、模板和支架

本节工作内容包括就地浇筑和预制混凝土、钢筋混凝土和圬工结构所用的模板、支架、脚手架等的设计制作、安装、拆卸施工的有关作业。

(1) 材料

1) 模板、支架宜采用钢材、木材和其他符合图纸规定或监理工程师要求的材料制作。钢材一般可用《碳素结构钢》GB/T 700-2006 中的 Q235 号钢标准。

2) 模板中使用钢制内拉杆和钢、木料隔块，应得到监理工程师的允许，金属拉杆所有配件的设置应保证在其拆除时，留下的孔穴尺寸最小，并符合强度和美观的要求。

(2) 施工要求

模板、支架的施工，应符合下列要求，也可参照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 的有关规定办理。

1) 一般要求

除非模板与工作台脚手架为整体设计，模板及支架不得与工作脚手架相连，必须连接时，应经监理工程师的批准。承包人拆除支架或模板时，应在 3 天前通知监理工程师并取得同意。

2) 模板的制作与安装

拆模时如果发现砼有蜂窝或其它缺陷，应立即通知监理工程师，经监理工程师检查如认为可作修补时，由承包人自费进行。在监理工程师批准前，承包人不得做任何补救或其它处理工作。

3) 支架的制作与安装

支架安装完毕后，应对其平面位置、顶部标高、节点联系及纵横向稳定性进行全面检查，未经监理工程师认可，不得进行砌筑或浇筑作业。

(3) 质量标准

1) 实测项目

模板安装和支架的允许偏差及检查方法分别按有关施工规范执行，实测项目为轴线偏位、模板高程、内部尺寸、平整度、预埋件、跨径、纵轴的平面位置等。

2) 外观鉴定

模内干净，无杂物，拼缝严密，无漏浆缝隙；支撑稳定，木楔牢固。

4、钢筋

本节内容包括桥梁钢筋混凝土结构中的钢筋和预应力混凝土结构中的非预应力钢筋的提供、储存、制作加工、安装等有关作业。

(1) 材料

1) 钢筋混凝土结构中所用的钢筋的种类、钢号和直径，应符合图纸的规定。II、III、IV 级（热轧带肋）钢筋的化学成分和力学性能、工艺性能应符合《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2-2007 的规定；I 级（热轧带肋）钢筋的化学成份和力学性能应符合《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》GB 13013-1991 的规定。

2) 用于钢筋骨架中的结构钢板，应符合图纸规定，如无规定时应符合《碳素结构钢》GB/T 700-2006 中的 Q235 号钢的要求。

(2) 施工要求

钢筋施工，应符合下列要求，也可参照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 的有关规定办理。

1) 检验和试验

a、每批使用的钢筋，承包人应在提交检验时，附有生产厂家对该批钢筋生产的合格证书，并标示批号和出厂检验的有关力学性能试验资料或其他能鉴别该批钢材质量的证明资料。

b、运到工地的每批钢筋承包人都须按《公路工程 金属试验规程》JTJ 055-1983 标准在监理工程师在场时进行抽样试验。所有试验必须符合有关标准的规定。如果任何一节试件试验失败和不符合规定的要求，则应加两根中再作试验，如果两根中仍有一根失败，这批钢筋应不予验收或根据试验结果降低等级，且不得用于承重结构重要部位。

2) 钢筋的加工

钢筋必须按图纸所示的接头弯折，除非监理工程师另有许可，所有钢筋均应冷弯。

3) 钢筋的绑扎与焊接

a、钢筋的接头一般应采用焊接，热轧钢筋可按图纸所示，或取得监理工程师同意，采用搭接。

b、钢筋的纵向焊接应采用闪光接触对焊法焊接，采用其它有效的焊接方法时，

应经监理工程师批准。

c、同一批钢筋中取两个焊接试件，并将试件绕芯棒弯曲到 90 度作冷弯试验。

钢筋接头采用搭接或帮条电弧焊时，应尽量做成双面焊缝，只有当不能作成双面焊缝时，才允许采用单面焊缝，且必须经监理工程师批准。

d、焊接钢筋的质量验收内容和标准应按照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 的规定执行。

4) 钢筋的安装

a、钢筋应按图纸所示的位置准确地安装，并用批准的支承将钢筋牢靠地固定好，使其在浇筑过程中不致移位。不允许将钢筋放入或拖入浇筑后尚未凝固的混凝土中。除图纸规定或经监理工程师批准，浇筑过程中不允许放入钢筋。

b、网格或钢筋网的钢筋彼此间应有足够的搭接长度，以保持强度均匀，并在端部和边缘牢固地联接。其边缘搭接宽度应不小于一个网眼。

c、任何构件的钢筋安装后，承包人应如实填写质量检验表，并须经监理工程师检查批准后才能浇筑混凝土。

(3) 质量标准

1) 实测项目

钢筋加工及安装和钢筋网的允许偏差及检查方法按有关规范、规定执行。

2) 外观鉴定

钢筋表面应无浮皮、铁锈及焊渣；多层钢筋网要有足够的钢筋支撑，保证骨架的施工刚度。

5、结构混凝土

本节工作内容包括混凝土的配制、浇筑、养生等的有关作业。

(1) 材料

1) 水泥

混凝土所用水泥，应采用符合《通用硅酸盐水泥》GB 175-2007 规定的通用硅酸盐水泥，在受侵蚀介质作用时，应按图纸要求选用水泥。水泥标号以其软练胶砂强度（Mpa）表示时，对于 30 号以下的混凝土宜为混凝土标号的 1.2~2.2 倍，对于 30 号以上混凝土宜为混凝土标号的 1.0~1.5 倍。无论使用何种水泥都必须经监理工程师的认可。

承包人的每批水泥进场都应向监理工程师提交货单抄件，说明水泥的生产厂家，水泥的品种、标号、出厂日期与数量，连同厂家的品质试验报告等合格证明书，表明这批水泥经过试验分析是符合规范要求的，提供此货单及试验证明的费用应包括在水泥价格之内。

虽然有上述各种出厂证书，承包人还应对每一批进场水泥或进场以后其生产日期超过 3 个月时，应按有关规定在监理工程师在场时重新取样检验，按监理工程师认可的复验结果使用。

2) 细集料

应按《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 规定的要求选用，试验按《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》JTG E30-2005 规定进行。砂中杂质的含量应通过试验测定，其最大含量不宜超过规范规定。砂中含泥量超过要求时，可经过水洗使用。细砂不宜单独用于混凝土中。当不得不单独使用细砂或特细砂时，应参考 GBJ19-65，经过试验后使用。

3) 粗集料

应按《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 规定的要求选用，试验按《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》JTG E30-2005 规定进行。

4) 外掺剂

a、承包人应提供所采用的外掺剂生产厂家的证明材料或经有关部门证明的产品，证明外掺剂在类似的工程中已取得满意的效果，并报监理工程师批准。

b、混凝土外掺剂的技术要求应符合《混凝土外加剂》GB 8076-2008 的有关规定。

c、外掺剂的使用量，应符合生产厂家的规定，并经试验验证。

d、用于钢筋混凝土的外掺剂中不应含有氯化钙。

e、承包人经批准在混合料中使用水溶液缓凝剂时，其含水量应计入混合料的有效用水量中。

5) 拌和用水

应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 的规定。

6) 材料的运输和存贮

a、集料

混凝土用的集料，在运输或工地存贮时，不得被其它材料污染，不同来源和尺寸的集料不能混合或储存在同一料堆。粗集料堆放时应避免发生离析。如有离析，应重新拌和，以符合规定级配要求。

b、水泥

承包人应在适当地点建立干燥、通风良好、防风雨、防潮湿的足够容量的棚和库房放置水泥，保证水泥不硬化变质。不同种类的水泥应放置在不同的棚场库，并按进场的先后次序分别堆放先存先用。

(2) 施工要求

混凝土的施工，应按下列要求办理，也可参照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 的有关规定办理。

1) 砼的试配

a、承包人在试配时应向监理工程师提交拟定的混凝土配合比设计详细资料，以取得监理工程师的批准。其内容应包括：

水泥的品种及来源；

各种集料的来源；

粗细集料以图表表示的标准级配情况连同细、粗集料组合的比例情况；

集料与水泥的重量比；

水与水泥的重量比；

制作与养生的方法；

与混凝土位置及尺寸有关的和易性。

b、承包人应在混凝土浇筑开始前至少 28 天，作好试配拌和的一切准备工作，并根据施工条件在试验室中试拌作抗压强度试验。试拌所用的材料应与批准所用的材料相同。

所有立方体试件的制作、浇筑、振捣、养生及试验均应在监理工程师的监督下按照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》JTG E30-2005 的规定进行。如构件中某些部位，因其结构尺寸小、钢筋密集，应重新选择不同粒径的粗集料进行混凝土试配。

c、当试配已满足本规范要求时，承包人将每种配合比的全部内容，包括强度、各种集料的级配、混合料级配、水灰比、集料与水泥的比例、坍落度等以及建议的混合料的配合比设计报监理工程师批准。

试配被批准后, 承包人对所有施工的混凝土均应使用这种配合比。未经监理工程师批准, 混合料的比例、水泥的料源和集料的种类、粒径和级配范围均不得变动, 否则, 监理工程师有权要求作进一步的试验。

d、当本工程拟购买工厂生产的预制混凝土构件时, 承包人应向监理工程师提供使其满意的证明, 说明工厂的混凝土完全符合规范要求, 此项证明应包括混合料比例、水灰比、和易性以及混凝土获得的 28 天强度等详细内容。

2) 混凝土的运输

应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50-2011 规范的有关规定执行。

(3) 取样和检验

1) 为了检验混凝土质量, 一般应作抗压强度试验, 当监理工程师要求时, 承包人还应作防渗及抗折强度等试验。

2) 所有结构混凝土的试验, 均应按《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》JTG E30-2005 有关规定办理, 其强度检验评定按《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107-2010 或《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG F80/1-2004 的规定进行检查和评定。

3) 当混凝土强度按试件强度进行评定达不到合格条件或在施工过程中有不正常现象对其混凝土质量怀疑时, 监理工程师可要求采用钻取试样或以无破损检测法查明结构实际混凝土的质量, 以确定此结构物能否被接受。由此发生的一切费用应由承包人承担。

(4) 质量标准

1) 实测项目

实测项目包括混凝土强度、平面尺寸、基础底面高程、基础顶面标高等。各项项目的实测方法及成果均应符合有关规定和规范的要求。

2) 外观鉴定

混凝土表面平整、颜色均匀一致, 施工缝修饰光洁; 梁、柱及基础的混凝土蜂窝、麻面面积不得超过该面积的 0.5%, 深度不超过 10mm; 一般小型混凝土构件的蜂窝、麻面面积不得超过该面积的 1%, 深度不超过 10mm。

403.4 深井泵

403.4.1 范围

泵站的范围包括深井泵、水位自动控制装置（控制柜）等设施。

403.4.2 深井泵

深井泵的安装除应符合本规范的规定外，尚应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275-2010 中的有关规定。

（1）泵的安装及其配置设施，应按图纸要求办理。安装基础的设置可按本规范 13.3 条相关规定办理。

（2）泵安装完成后，需模拟实际操作条件，对提供的设备，进行 12 小时的试运行，检查其震动及渗漏情况。

（3）按厂家建议提供安装设备所必须的支撑梁、混凝土支垫块、平台吊架和锚固螺栓，由承包方自费解决。

（4）泵的选型应符合图纸所规定的供水能力及总水头。

（5）泵相关的设备（真空表、压力表），按图纸要求及本规范有关要求办理。

（6）所提供的水泵，每台均应有厂名、系列号和型号。

（7）在一倍或半倍的压力下，测试运转应符合标准要求；在静态、动态和操作的情况下，叶轮部应平稳，无异常噪音。

（9）在运转前深井泵必须连接牢靠，电机在运转前应对接线、绝缘情况进行检查、测试。

（10）在水泵试运转 8 小时必须达到：

① 电动机的工作电流不得超过额定电流。

② 运转水泵压力达到设计要求，无较大的振动、声音正常、各连接部位无松动及泄露。

③ 滚动轴承最高温度不得超过 70℃，滑动轴承不得超过 60℃。

403.4.3 控制柜

（1）控制柜主要为实现高位水池的自动供水而设置，包括起动控制装置、水位自动控制装置、水位指示装置、控制电缆等构成。它主要实现：高位水池水位达到高位时消防泵停止、高位水池水位达到低位时消防泵起动；同时上述起、停控制还受低位水池（井）的影响，即：不论任何情况，当低位水池（井）水位至低位时消防泵应停止、低位水池（井）水位处于高位时消防泵可起动。控制柜应具有消防泵的起、停手动控制

(2) 因其所处的特殊环境, 一些常规性的电气控制设备需进行针对性的改造, 或特殊需要的非标制作等, 水泵启动、控制柜应符合:

1) 产品应符合中国国家通用规范的要求。

2) 用于本工程的启动、控制柜, 应具有抗腐蚀能力, 防护等级应不低于 IP65, 防触电类别为 I 类。

3) 控制柜应具有工作与备用消防泵之间自动转换运行的功能。

4) 水泵启动柜安设位置应能观察到操作设备, 水泵启动柜与水泵之间的连线必须穿金属电线管保护, 与电机相接部分设防水接头。

5) 水泵启动控制箱(柜) 安装应符相关规范要求, 并服从监理工程师指示; 箱(柜) 安装时应考虑箱(柜) 内元器件的防水, 原则上箱(柜) 顶部不应直接开孔。

404 消防器具

消防器具生产企业的注册资金应达到 1000 万元。

404.1 通则

(1) 消防器具包括洞内(外) 消火栓、干粉灭火器、水成膜泡沫灭火装置及报警装置等设备。

(2) 消防器具的设置应按照图纸要求设于隧道行车方向左侧或右侧壁, 并不得侵入行车净空, 门上应标注醒目文字。

(3) 消防器具及其附件、材料等, 应为耐腐蚀材料制成; 经批准采用的厂商提供, 并附出厂产品合格证或产品质量检验证。

(4) 施工前应对消防器具及其附件进行外观检查, 如: 消火栓、干粉灭火器, 水成膜泡沫灭火装置的泡沫液储罐、泡沫比例混合器、阀门、压力表、金属软管等设备及配件, 应符合下列规定:

无变形及其他机械性损伤; 外露非机械加工表面保护涂层完好; 无保护涂层的机械加工面无锈蚀; 所有外露接口无损伤, 堵、盖等保护物包封良好; 铭牌清晰、牢固。泡沫灭火装置管子及管件应表面无裂纹、缩孔、夹渣、折叠、重皮和不超过壁厚负偏差的锈蚀或凹陷等缺陷; 螺纹表面完整无损伤, 法兰密封面平整光洁无毛刺及径向沟槽; 垫片无老化变质或分层现象, 表面无折皱等缺陷。

(5) 用于本工程的消防产品应经公安部消防部分的认可。

(6) 消防器具的安放位置应设置明显标志, 一般应设置为具有相当于 4 级反光

膜反光强度等级或以上的反光标志，并服从监理工程师指示。

(7) 消防器材安装完成后，承包人应负责修补、填埋原预留的沟槽和洞室。以保证隧道洞壁的完整和美观。

404.2 消火栓

(1) 隧道内（外）消火栓等消防设施，应按照图纸要求设置；隧道内消火栓应设于隧道行车方向右侧壁，并不得侵入行车净空。门上应标注醒目文字，以方便取出。

(2) 消火栓及其附件、材料等，应由批准采用的厂商提供出厂产品合格证或产品质量检验证。

(3) 每个消火栓应按图纸要求配置。箱体为铝合金或不锈钢结构，箱门为玻璃。消火栓的间距，栓口处的压力应符合设计要求。同一隧道内应采用统一规格的消火栓、水栓和水龙带。

(4) 消火栓口出水方向应与墙面垂直安装，当采用地上式消火栓时，其大口径出水口应面向道路；当采用地下式消火栓时，应有明显的标志，其顶部出口与井盖底面的距离不得大于 400mm；当采用室内消火栓或消火栓箱时，栓口应朝外或面向通道，其坐标及标高的允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ 。

(5) 消火栓的工作压力不应超过 0.5Mpa，当选用普通消火栓且超过该压力时应采用自减压消火栓，或在消火栓支管上设置减压孔板。

404.3 灭火器

本工程中配用的灭火器为贮压式磷酸铵盐干粉灭火器，配有灭火器箱。箱体为铝合金或不锈钢结构，箱门为玻璃。灭火器及其箱体的采购、安装应符合国家相关规范及图纸要求，并服从监理工程师的指示。

404.4 水成膜泡沫灭火装置

(1) 水成膜泡沫灭火装置(AFFF)是新型高效低倍数泡沫固定灭火装置，当压力水经过混合器时，可使水与泡沫液按规定比例自动混合后，经发泡枪产生泡沫，并发射泡沫液。该装置主要由箱体、软管卷盘、泡沫液容器、负压式比例混合器、泡沫喷枪、报警按钮、导向架及管路组件等组成。箱体为铝合金或不锈钢结构，箱门为玻璃。水成膜泡沫灭火装置的采购、安装应符合国家相关规范及图纸要求，并服从监理工程师的指示。

(2) 水成膜泡沫灭火装置应采用低倍数水成膜泡沫灭火剂，无毒、无怪味，不

易腐败变质，可以长期保存使用。泡沫液容器罐体应采用不锈钢材料制成，以适合隧道特殊环境。

(3) 水成膜泡沫灭火装置的施工应按设计施工图纸和技术文件进行，不得随意更改，确需改动时，应经原设计单位修改。

(4) 给水管道试压前应将水成膜泡沫灭火装置加以隔离或封堵；冲洗合格后，不再有影响管内清洁的其他施工后方可进行水成膜泡沫灭火装置的连通。

(5) 水成膜泡沫箱进水管线槽应采用 2mm 厚亚光镀锌钢板覆盖。

405 质量检验

405.1 一般要求

(1) 进场的设备、器件、材料，其产品应符合相关规范的要求，其安装应符合相关规范及产品说明书的要求，并服从监理工程师的指示。

(2) 测试工作应由合格的工程技术人员、工程师按本条款、合同条款的要求进行，测试工作不应损坏本合同或其他合同提供的机电设备的部件。

(3) 承包人应提交一份测试程序供监理工程师批准，承包人在接到中标通知书一个月内，应向监理工程师提交一份有关测试表格、现场测试证书和工作程序的草案报告。

在测试工作开始之前 30 天，承包人应提交一份测试程序和核查表供监理工程师批准。由于承包人未能提交合格的材料而造成的工期延误，由承包人自己负责。在产品的生产测试之前，承包人应提交一份有关测试的简要说明。

(4) 测试工作中所使用的测试设备、仪器、劳力、文件等全部由承包人提供，由独立试验室承担测试的费用由承包人负责。所有测试仪器应经监理工程师批准。

承包人应在测试工作开始之前和之后校验测试仪器。测试仪器的精度应经核准的实验室测试和校验。

(5) 除另有说明外，本工程中的主要设备、器件和材料应根据相应的标准进行测试。当监理工程师有要求时，承包人应提交产品定型测试合格证书和文件。

(6) 所有的设备应根据本规范或监理工程师的要求进行其他项目的测试。

(7) 在本合同中没有满足测试要求的设备、器件和材料都拒绝使用。

(8) 在类似的设备、器件和材料已经被接受使用的情况下，监理工程师还可以要求对这些设备进行更详细的测试。

(9) 按监理工程师要求进行测试后不合格的设备、器件和材料, 承包人应消除不合格产品, 为了证明每一设备、器件和材料的一部分符合技术规范要求而进行的任何测试的费用已包括在合同金额中。

405.2 进场设备(材料)核验

(1) 所有用于本工程的设备和材料, 运至工地时, 必须有出厂证明(含厂地、厂名、材料名称、规格型号、出厂日期和批号、产品合格证、技术说明书等)。

承包人应对用于本工程的设备和材料等进行全面检验。上述出厂证明应全部提供给业主和监理工程师。

(2) 监理工程师将对全部材料和设备的数量、包封、出厂证明、外观及其认为有必要的任何细节进行全面检查, 同时将视需要对设备或材料进行抽样, 并送有关部门检测和鉴定。检测和鉴定费用由承包人承担。只有通过监理工程师验收的材料才能用于本工程, 未经监理工程师检查或检查不合格的材料和设备不得用于本工程。

(3) 若承包人由于可以理解的原因而采购不到规定的材料或设备, 经业主及监理工程师批准后可采用代用材料和设备, 但其性能和整个系统功能必须满足图纸及技术规范的要求。

405.3 安装过程检验

按照图纸及本规范要求对安装过程进行检查、测试, 确认设备(材料)的安装是否符合要求。

(1) 设备和附属部件安装后的验收测试应按监理工程师批准的文件, 在工地进行。如果工程允许的话验收测试可以分阶段进行。在所有设备安装完毕后应进行在操作运行状态下的最后总测试, 以表明分阶段测试对前期工程的性能无影响, 如果设备中的任一部件未能通过上述测试, 当故障排除之后承包人应自费重新测试并使监理工程师满意。

(2) 承包人负责进行测试工作, 监理工程师记录测试结果, 在整个测试工作完成后 14 天内, 承包人应提交 3 份测试报告供监理工程师批准。如果监理工程师有要求的话, 承包人应将测试程序、核验表和原始记录等手稿连同正式的测试报告交给监理工程师。

(3) 在进行某一项现场测试之前至少三个星期, 承包人应向监理工程师提交测试中所采用设备的详细情况。

(4) 现场验收测试应包括:

1) 主要设备和材料的外观检查: 无变形及其他机械性损伤; 外露非机械加工表面保护涂层完好; 无保护涂层的机械加工面无锈蚀; 所有外露接口无损伤, 堵、盖等保护物包封良好; 铭牌清晰、牢固。

2) 水成膜泡沫灭火装置的泡沫喷头、泡沫比例混合器、泡沫液储罐、管路部件外观检查, 应完好无损。

3) 消火栓和阀门的开启与关闭应自如, 不应锈蚀; 消火栓、阀门的安装等, 除应符合本规范的规定外, 尚应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235-2010、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184-2011、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236-2011、《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683-2011 和《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242-2002 中的有关规定。

405.4 调试

(1) 调试负责人应由专业技术人员担任, 参加调试人员应职责明确, 并应按照预定的调试程序进行。

(2) 调试前应检查系统的设备和材料的规格、型号、数量以及系统的施工质量, 合格后方可调试。

(3) 调试前应需将需要临时安装在系统上的仪器、仪表安装完毕, 调试时所需的检验设备应准备齐全。

(4) 各种消防装置的调试应符合消防相关规范的要求。

406 系统测试

406.1 测试、检查

(1) 在工程完工后, 应对系统进行完工测试。完工测试应在有业主及监理工程师在场的情况下, 由承包人进行。测试结果应提交监理工程师审批。承包人应提供详细的测试计划。只有顺利完成完工测试后, 系统才进入 6 个月试运行期。

(2) 本合同工程完工测试包括各种设备器具的安装、施工质量检查, 管路系统水压试验, 水泵运转情况检查, 及监理工程师认为其它必要的检查等。土建部分, 如高位水池、低位水池(井)、管墩等的验收参照公路工程相关规定进行。

406.2 系统初验

本合同工程在试运行期满后，业主将组织有关部门对系统进行初验（运行验收）。具体验收测试大纲，测试的各项技术指标、参数，将由业主和承包人共同商定。初验的内容包括但不限于下列：

- （1）各种设备、材料的规格、型号、数量、安装位置及安装质量；
- （2）管道及附件的规格、型号、位置、坡向、坡度、连接方式及安装质量；
- （3）固定管道的支、吊架，管墩的位置、间距及牢固程度；
- （4）管道穿防火堤、楼板、墙等的处理；
- （5）管道和设备的防腐；
- （6）复查给水管网进水管管径及管网压力；水池或水罐的容量及补水设施；水源系统水量、水质和枯水期最低水位；
- （7）工作与备用消防泵在设计负荷下连续运转试验（不小于 30min）；
- （8）灭火装置的喷泡沫试验，喷射泡沫的时间不宜小于 1min，实测泡沫混合液的混合比及泡沫混合液的发泡倍数应符合设计要求；
- （9）系统验收中任何一款不合格，均不得通过系统验收。
- （10）系统试验、验收合格后，应用清水冲洗后放空，将系统恢复到正常状态。
- （11）本工程中土建部分，如高位水池、低位水池（井）、管墩等的验收参照公路工程相关规定进行。

406.3 图纸、资料完整性检查

图纸、资料的验收应符合公路工程交工、竣工资料的归档要求。包括但不限于下列：

- （1）施工图、设计说明书、设计变更文件、建筑防火审核意见书；
- （2）竣工图；
- （3）系统及设备的使用说明书；
- （4）主要设备及泡沫液的国家质量监督检验测试中心的检测报告和产品出厂合格证，阀门、压力表、管道过滤器、金属软管、管子及管件等出厂检验报告或合格证；
- （5）阀门的强度和严密性试验记录表、隐蔽工程验收记录表、管道试压记录表、管道冲洗记录表；
- （6）系统调试记录表；
- （7）系统验收记录；

（8）与系统相关的电源、备用动力、电气设备以及火灾自动报警系统和联动控制设备等验收合格的证明；

406.4 备品备件、专用工具

商包人采购备品、备件、工器具时，应提交采购清单，经项目业主、监理工程师、项目接收运营单位确认后，方可采购。采购的备品、备件、工器具应符合本规范要求。