

东莞市城市轨道交通 1 号线一期工程
(望洪站~黄江中心站段) (1512 标)

干式变压器

用户需求书

东莞市轨道一号线建设发展有限公司

2023 年 3 月

目 录

一、技术条件.....	1
1. 概述.....	1
1.1 工程概况.....	1
1.2 供电系统概况.....	1
2. 环境条件.....	1
3. 采用标准.....	2
4. 主要技术参数.....	3
4.1 系统参数.....	3
4.2 整流变压器.....	3
4.3 整流器.....	4
4.4 配电变压器.....	4
4.5 接地变压器（含接地电阻）.....	4
5. 技术要求及性能.....	5
5.1 整流机组性能参数.....	5
5.2 整流变压器性能参数.....	6
5.3 整流器性能参数.....	8
5.4 配电变压器.....	13
5.5 接地变压器（含接地电阻）.....	15
6. 结构要求.....	18
6.1 整流变压器的结构要求.....	18
6.2 整流器的结构要求.....	19
6.3 配电变压器的结构要求.....	19
6.4 接地变压器（含接地电阻）的结构要求.....	22
6.5 工艺要求.....	23
6.6 材料要求.....	23
7. 可靠性、可维护性、可扩展性.....	24
7.1 可靠性.....	24
7.2 可维护性.....	24
7.3 可扩展性.....	24
7.4 其它要求.....	24
8. 铭牌.....	25
8.1 整流变压器.....	25
8.2 整流器.....	26

8.3 配电变压器、接地变压器和接地电阻柜.....	26
8.4 标识.....	27
9. 包装、运输及仓储.....	27
9.1 包装.....	27
9.2 运输.....	27
9.3 仓储.....	28
10. 计划采用的主要元器件/原材料清单.....	28
10.1 整流变压器.....	28
10.2 整流器.....	28
10.3 配电变压器.....	29
二、供货范围.....	31
1. 整流变压器.....	31
1.1 设备数量.....	31
1.2 随机附件.....	32
2. 整流器.....	32
2.1 设备数量.....	32
2.2 随机附件.....	33
3. 配电变压器.....	34
3.1 设备数量.....	34
3.2 随机附件.....	36
4. 接地变压器（含接地电阻）.....	36
4.1 设备数量.....	36
4.2 随机附件.....	36
5. 专用工具及测试仪表.....	36
5.1 专用工具及测试仪表.....	36
5.2 主要专用工具或测试仪表性能要求.....	37
三、服务项目表.....	39
四、项目执行时间表.....	40
五、责任范围.....	41
1. 卖方责任范围.....	41
2. 买方责任范围.....	41
3. 技术接口及责任.....	42
3.1 整流变压器.....	42
3.2 整流器.....	43

3.3 配电变压器.....	45
3.4 接地变压器（含接地电阻）.....	46
4. 技术服务.....	47
5. 对卖方具体服务的要求.....	48
5.1 服务范围.....	48
5.2 服务期限.....	48
5.3 服务内容.....	48
5.4 免责情况.....	48
5.5 双方责任.....	49
5.6 服务费用.....	49
六、设备集成服务.....	50
1. 概述.....	50
2. 供电系统设备集成服务商的权力.....	50
3. 卖方的项目管理机构.....	50
4. 项目计划和进度控制.....	51
5. 对卖方的质量控制.....	51
6. 投资控制管理.....	52
7. 图纸文件管理.....	53
8. 接口管理.....	53
9. 设计联络管理.....	54
10. 产品设计管理.....	54
11. 产品制造管理.....	54
12. 检验和试验管理.....	56
13. 不合格品的控制.....	56
14. 设备的包装、运输和贮存管理.....	56
15. 现场服务管理.....	57
16. 技术服务.....	57
17. 培训.....	58
18. 向卖方索赔的管理.....	59
19. BIM技术要求.....	60
20. 集成服务细则的构成.....	60
七、试验、检验及验收.....	62
1. 试验.....	62
1.1 试验的基本要求.....	62

1.2 整流变压器.....	62
1.3 整流器.....	64
1.4 配电变压器.....	67
1.5 接地变压器（含接地电阻）.....	68
2. 检验.....	70
2.1 出厂检验.....	70
2.2 现场检验.....	70
3. 验收.....	71
3.1 出厂验收.....	71
3.2 现场验收.....	71
4. 索赔和赔偿.....	71
八、设计联络.....	75
九、技术文件.....	76
1. 概述.....	76
2. 图纸.....	76
3. 手册.....	77
4. 其他技术文件.....	79
5. 图纸、手册和技术文件的审查和确认.....	79
6. 图纸、手册和技术文件的交付.....	80
6.1 整流变压器和配电变压器、接地变压器（含接地电阻）.....	80
6.2 整流器.....	81
十、培 训.....	83
1. 概述.....	83
2. 培训计划.....	83
3. 培训材料.....	83
4. 培训内容.....	83
5. 培训计划书.....	84
6. 培训费用.....	84
7. 培训效果与考核要求.....	84

一、技术条件

1. 概述

1.1 工程概况

东莞轨道交通 1 号线一期工程（望洪站～黄江中心站）全线长约 57.46km，全线共设车站 25 座，其中高架站 3 座，地下站 22 座，平均站间距为 2.370km。高架段线路长度约 7.71km，占一期工程 13.41%；地下段线路长度约 49.43km，占一期工程线路长度约 86.03%；过渡段长度约 0.32km，占一期约 0.56%。

在道滘镇（道滘站西侧）设车辆段 1 座，在黄江镇（黄江中心站北侧）设停车场 1 座，控制中心使用 2 号线西平站旁边的线网控制中心，全线共设置 4 座主变电所，分别位于道滘站、鸿福路站、松山湖站和黄江中心站附近（其中一座共享已建成的 2 号线旗峰公园主变电所）。

1.2 供电系统概况

东莞轨道交通 1 号线一期工程供电系统采用集中式 110/35kV 两级电压供电，牵引和动力照明共用 35kV 供电网络。本线新设 3 座主变电所，分别为道滘主变电所、松山湖主变电所、黄江主变电所，每座主所均从城市电网引入两回独立可靠的 110kV 电源，共享 2 号线旗峰公园主变电所。本工程新建的松山湖主变电所预留将来为 3 号线工程供电的条件，黄江主变电所预留将来为 4 号线工程供电的条件，最大程度地节约城市土地资源、电力资源，实现资源共享。1 号线与 2 号线共享西平控制中心。

东莞 1 号线一期工程牵引供电系统采用 DC1500V 架空接触网供电、走行轨回流方式，地下区段采用刚性悬挂，地面及高架区段采用柔性悬挂。全线设置 24 座牵引降压混合变电所（含车辆段、停车场各 1 座），4 座独立降压变电所，11 座跟随式降压变电所。

2. 环境条件

环境温度：-5~+40℃

相对湿度：日平均值不大于 95%；月平均值不大于 90%；有凝露发生。

海拔高度：≤1000m

耐受抗震烈度：VIII 度

雷暴日：≥90 日/年

污秽等级：III 级

设备安装地点：户内

设备进场安装到带电运行，至少会有 3 个月以上的存放期；会存在灰尘、潮湿、凝露等

恶劣因素。

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

3. 采用标准

设备的制造、试验和验收除了满足本用户需求书的要求外，还应符合如下标准，且所采用的标准均为合同执行时的最新有效版本。

- GB1094.1-2013 《电力变压器》第 1 部分 总则
- GB1094.3-2017 《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
- GB1094.4-2005 《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
- GB1094.5-2008 《电力变压器》第 5 部分 承受短路的能力
- GB1094.10-2013 《电力变压器》第 10 部分 声级测定
- GB1094.101-2008 《电力变压器》第 10.1 部分 声级测定 应用导则
- GB1094.11-2007 《电力变压器》第 11 部分 干式变压器
- GB1094.12-2013 《电力变压器》第 12 部分 干式电力变压器负载导则
- GB/T 10228-2015 《干式电力变压器技术参数和要求》
- GB20052-2020 《电力变压器能效限定值及能效等级》
- GB/T 35553-2017 《城市轨道交通机电设备节能要求》
- CJ/T 370-2011 《城市轨道交通直流牵引供电整流机组技术条件》
- GB/T 1402-2010 《轨道交通 牵引供电系统电压》
- GB/T22072-2018 《干式非晶合金铁心配电变压器技术参数和要求》
- GB/T 5584.1-2020 《电工用铜、铝及其合金扁线》 第 1 部分 一般规定
- GB/T 5584.2-2020 《电工用铜、铝及其合金扁线》 第 2 部分 铜及其合金扁线
- GB/T 5584.4-2020 《电工用铜、铝及其合金扁线》 第 4 部分 铜带
- JB/T 3837-2016 《变压器类产品型号编制方法》
- JB/T 501-2006 《电力变压器试验导则》
- JB/T 10693-2007 《城市轨道交通用干式牵引整流变压器》
- JB/T 10088-2016 《6kV~1000kV 级电力变压器声级》
- GB 4208-2017 《外壳防护等级（IP 代码）》
- IEC 60028 《铜电阻》
- JB/T 7631-2016 《变压器用电子温控器》
- GB/T 10411-2005 《城市轨道交通直流牵引供电系统》
- GB/T 21419-2013 《变压器、电抗器电源装置及其组合的安全 电磁兼容（EMC）要求》

- GB/T 24338.6-2018 《轨道交通 电磁兼容 第5部分：地面供电设备和系统的发射与抗扰度》
- GB/T 17626.1-2006 《电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论》
- GB/T 17626.2-2018 《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》
- GB/T 7354-2017 《高电压试验技术 局部放电测量》
- GB/T 3859.1-2013 《半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-1部分：基本要求规范》
- GB/T 3859.2-2013 《半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-2部分：应用导则》
- GB/T 3859.3-2013 《半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-3部分：变压器和电抗器》
- GB/T 13422-2013 《半导体电力变流器电气试验方法》
- GB/T 10236-2006 《半导体变流器与供电系统的兼容及干扰防护导则》
- JB/T 9689-1999 《牵引变电站用整流器》
- JB/T 8949.2-2013 《普通整流管 第2部分：平板形器件》
- IEC 60255 《电气保护继电器》
- GB/T 5465.2-2008 《电气设备用图形符号 第2部分：图形符号》
- GB/T 191-2008 《包装储运图示标志》
- GB/T 311.1-2012 《绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则》
- TB/T 3251.1-2010 《轨道交通绝缘配合 第1部分：基本要求 电工电子设备的电气间隙和爬电距离》
- DL/T586-2008 《电力设备用户监造技术导则》

干式变压器、整流器及其组成部件应满足上述国内、国际标准的要求，且所采用的标准均为合同执行时的最新有效版本。若投标人采用除上述之外的其它被承认的相关国内、国际标准，应明确提出并提供相应标准复印件，经招标人批准后方可采用。

4. 主要技术参数

4.1 系统参数

- (1) 系统标称电压：AC35kV
- (2) 系统最高电压：AC40.5kV
- (3) 系统额定频率：50Hz
- (4) 接地方式：中性点经电阻接地，电阻值 33.68Ω（主变电所）

4.2 整流变压器

- (1) 原边额定电压: AC35kV
- (2) 原边最高电压: AC40.5kV
- (3) 次边额定电压: 1180V
- (4) 电源额定频率: 50Hz
- (5) 交流电源相数: 3 相

4.3 整流器

- (1) 电源额定频率: 50Hz
- (2) 相 数: 三相
- (3) 额定交流电压: 1180V
- (4) 额定直流电压: 1500V
- (5) 理想空载直流电压: 1664V (24 脉波)
- (6) 最高直流电压: 1800V
- (7) 最高非持续电压: 1950V

4.4 配电变压器

- (1) 原边额定电压: AC35kV
- (2) 原边最高电压: AC40.5kV
- (3) 次边额定电压: AC0.4kV
- (4) 电源额定频率: 50Hz
- (5) 相数: 三相
- (6) 高压分接: $\pm 2 \times 2.5\%$
- (7) 连接组别: Dyn11
- (8) 调压方式: 无励磁调压
- (9) 接地方式: 低压侧中性点直接接地
- (10) 绝缘水平:

原边: 工频耐受电压 1min 70kV

雷电冲击耐受电压 170kV

次边: 工频耐受电压 1min 3kV

4.5 接地变压器 (含接地电阻)

- (1) 额定电压: 35kV
- (2) 最高电压: 40.5kV
- (3) 额定频率: 50Hz

(4) 系统中性点接地方式：中性点经曲折形绕组接地变压器及电阻器接地

5. 技术要求及性能

5.1 整流机组性能参数

单台整流变压器为 12 脉波整流变压器，两台整流变压器并联运行构成等效 24 脉波整流。

整流器的设计及参数应和整流变压器相匹配，形成整流机组。整流变压器供货商应与整流器供货商合作，以确保整机特性。

整流机组额定频率：50Hz。

整流机组整流方式：等效 24 脉波整流。

整流机组负载等级：VI 级

- 100%额定负荷----连续；
- 150%额定负荷----2 小时；
- 300%额定负荷----1 分钟。

同时应满足整流机组负荷曲线图，见下图：

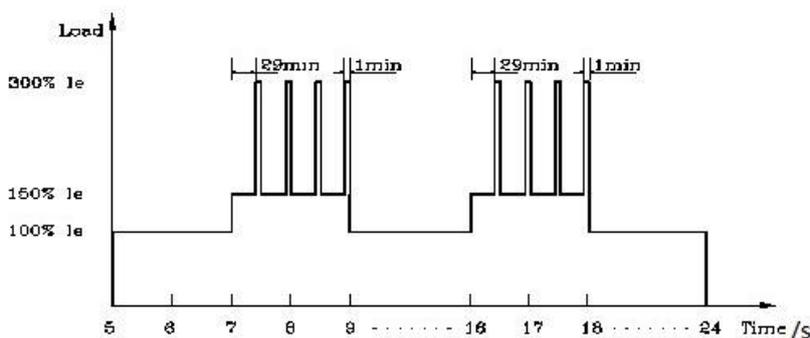


图 5.1-1：整流机组负荷曲线图

每套整流机组的效率在额定负荷应不小于 96%。投标人应提供整流机组的效率随负荷变化的曲线图，并由用户确认。

每套整流机组的功率因数在额定负荷时应大于 0.95。投标人应提供整流机组的功率因数随负荷变化的曲线图，并由用户确认。

整流机组的固有电压调整率不应大于额定直流电压的 6%，且在 0.5%~300%额定负荷输出情况下，整流机组的输出伏安特性基本呈线性。投标人应提供整流机组直流电压随负荷变化的曲线图（从 0.5%~300%额定负荷），并由用户确认。

整流机组产生的谐波电流应负荷 GB/T 10236-2006 中 4.2.3 的规定。投标人应提供单台运行及双台整流机组并联运行时网侧谐波电流和直流侧谐波电压随负荷变化的曲线图，并由用户确认。

整流机组电磁兼容抗扰度应符合 GB24338.6 抗扰度试验及限制的规定。

5.2 整流变压器性能参数

5.2.1 整流变压器

5.2.1.1 技术参数

- 1) 整流变压器类型：户内、自然空气冷却、环氧树脂浇注干式变压器。
- 2) 整流变压器每相线圈数：4。
- 3) 额定频率：50Hz。
- 4) 额定容量：3300kVA。
- 5) 相数：三相。
- 6) 额定电压：高压/低压/低压 35 kV /1.18 kV /1.18kV。

整流变压器调压方式为高压侧无励磁分级调压，分接抽头的分接范围为： $\pm 2 \times 2.5\%$ 。

- 7) 牵引变电所两台整流变压器组合方式建议：

同一座牵引变电所两台整流变压器联结组标号组合建议采用如下两种方式，另外，投标方可提出其它联结组别，由用户确认。

- (1) I #变压器 Dy11d0 (移相+7.5°)
II #变压器 Dy1d2 (移相-7.5°)
- (2) I #变压器 Dy5d0 (移相+7.5°)
II #变压器 Dy7d2 (移相-7.5°)

说明：a) 移相角度是以移相前的空载线电压向量为基准向量，移相后的空载线电压向量超前基准相为正，滞后为负。

b) 组成 12 相 24 脉波联结方法的两台整流变压器，结构应保证通过外部连接可实现移相+7.5°和-7.5°的互换。

- 8) 绝缘水平：

- 原边 1 分钟工频耐压：70kV；
- 原边雷电冲击电压：170kV；
- 次边 1 分钟工频耐压：10kV；
- 次边雷电冲击电压：20kV。

- 9) 冷却方式：自然空气冷却(AN)，预留强迫风冷通风装置安装位置；

- 10) 阻抗电压：8%；

- 11) 局部放电： $\leq 10\text{pC}$ ；

- 12) 线圈绝缘等级：F 级。

5.2.1.2 技术要求

- 1) 单台整流变压器阀侧的两个 Y、 Δ 接线分裂线圈的电压差 $\leq \pm 0.2\%$ 。
- 2) 同一段母线的两台变压器阻抗电压不平衡率： $\leq 2\%$ 。

3) 声级: 符合 JB/T 10088 中相关要求。100%额定负荷时 $\leq 60\text{dB}$, 300%额定负荷时 $\leq 70\text{dB}$ 。

4) 空载损耗、负载损耗符合 GB/T35553-2017 相关要求。

5) 负载等级: 与整流机组要求一致。

6) 温升限值: 100%额定负载条件下, 绕组温升限值为 70K (电阻法); 在任何情况下不会出现使铁芯本身、其他部件或与其相邻的材料受到损害的温度。

7) 承受短路电流能力: 当变压器从无穷大电网取流时 (在任何抽头位置), 在次边完全短路持续时间 2 秒的情况下, 应不造成变压器任何热和机械的损伤, 短路后每个绕组的平均温度最大值应小于 350℃ (短路前变压器为额定负荷)。

8) 整流变压器设计寿命: 不小于 30 年。

9) 辅助电压 (温控系统电源): DC220V 或 AC220V。

10) 气候等级: C1 级

11) 环境等级: E2 级

12) 燃烧性能等级: F1 级

13) 整流变压器铁芯采用进口高标号、低损耗冷轧硅钢片 (厚度不大于 0.25mm, 当磁通密度在 1.7T、频率在 50Hz 时, 其单位损耗值不大于 1.05w/kg)。投标人应提供硅钢片具体制造厂商、规格型号, 并提供铁芯计算面积、设计磁密、硅钢片磁化曲线、磁化容量、单位损耗, 变压器铁芯重量。

整流变压器和整流器应作为一个整体进行系统设计, 使整流机组的参数达到技术要求。整流变压器的进线和出线均采用电缆。

5.2.2 温度监控器

整流变压器应设置温度监控器, 具体要求如下:

5.2.2.1 基本功能

1) 与温度传感器连接, 实时检测三相绕组温度和铁芯温度。

2) 绕组超温报警、绕组超高温跳闸、铁芯超温报警、网栅 (或外壳) 开门监视等功能。

3) 可通过键盘设置和修改各种定值和参数; 报警温度和跳闸温度定值可根据变压器的实际情况和用户的需要设置。

4) 超温报警、超高温跳闸及网栅开门等信息通过通信的方式输出, 同时应有无源硬接点方式输出; 装置失电或装置故障信号应有无源硬接点信号输出。超温报警、超高温跳闸应至少提供两对独立的用于直接接断路器跳闸回路的跳闸接点, 接点容量不小于 5A/220V DC。具体要求设计联络时确定。

5) 应具有数据存储功能, 在装置故障或失电时所有数据不会丢失。

6) 应能实时显示温度信息和故障信息, 故障信息经当地或远方确认后方能复归。

7) 所有上送信息应带时标(上送信息的时标也可由变电所综合自动化产生),时标精确到毫秒级,并能接收变电所综合自动化系统的对时信息进行系统对时,实现与系统时钟同步。

8) 温度模拟量信号、超温报警、超高温跳闸及网栅开门等信息应能通过远程通信口上送到变电所综合自动化系统及远方电力调度系统。

9) 应具有远程通信功能,通信接口采用标准接口(如 RS485 或 RS422 标准口)。

10) 通信协议应采用对用户完全开放的国际标准规约,如 IEC61850(通信速率不低于 10Mbps)、MODBUS-RTU、IEC60870-5-103、以太网等;现场总线通信传输速率不小于 19.2Kbps,数据传输安全距离不小于 600 米,并在此速率下和距离范围内安全可靠运行。

11) 电源回路应有滤波、过压保护、抗干扰措施。

12) 温控器输入具有高压、过流保护,或对二次设备采取高绝缘措施。

13) 温控器应能承受地铁运行环境下直流牵引供电系统各种工况的电磁干扰,并保证装置不误动。

5.2.2.2 基本技术参数

1) 电源: DC 220V/AC220V 电压允许偏差 $-15\% \sim +10\%$,直流电源电压纹波系数不大于 5%。

2) 抗干扰性能: 应满足《变压器用电子温控器》、《电磁兼容实验和测量技术》中的要求。

3) 接点容量: 控制输出接点容量: 5A/220V DC 或 5A/220V AC

4) 测量精度不大于 1.0 级

5) 分辨率不大于 0.1 °C

6) 巡回温度范围: 0~200 °C

7) 防护等级不低于 IP54

5.2.3 风机

所有整流变压器预留风机安装位置和节点及电源信号,要求在工厂进行调试完毕,即插即用,调试时候风机运行状态等点表也同样进行调试。

5.3 整流器性能参数

5.3.1 整流器

5.2.1.1 技术参数

冷却方式采用自然风冷式,适用于户内安装。

单台整流器由二个三相 6 脉波全波整流桥组成,其中一个整流桥接至整流变压器二次侧 Y 型绕组,另一个整流桥接至整流变压器二次侧 Δ 型绕组。两个整流桥并联连接构成十二相

脉动全波整流器。在每座牵引变电所内同一段母线上两台整流器并联运行构成等效二十四脉波整流。

每个整流桥臂应采用两只或两只以上二极管并联（二极管不应串联）。同一桥臂二极管参数应相近，并应考虑整流器母排的电阻，使并联支路元件均流系数不小于 90%。

整流器空载电压：在整流变压器输入电压为 1180 时，12 脉波整流器空载电压不得大于 1650，24 脉波整流器空载电压不得大于 1664V，正偏差应控制在 0.5%以内。

直流侧空载情况下，整流机组网侧施加 35kV+5%的交流电压时，直流侧输出电压不超过 1800V。

5.2.1.2 技术要求

1) 承受短路电流能力

整流器直流侧短路，在交流侧开关断开前熔断器及二极管不应损坏。整流器能承受如下由于直流侧短路而产生的短路电流的冲击：

项目	单位	数值
额定功率	kW	3000
额定直流电流	A	2000
短路电流（120ms）	kA	25kA

2) 耐受试验电压

整流器的耐受试验电压应符合下表规定：

电压等级	工频耐受电压（kV）	冲击耐受电压（kV）
DC1500V	5.6（1min）	18（1.2 μ s\50 μ s）

辅助回路：2.0kV，50Hz，1min。

3) 声级

整流器声级：≤50dB。

4) 设计寿命

整流器设计寿命：不小于 30 年。

5) 额定功率损耗

整流器的额定功率损耗（供货商在投标文件中提出，用户确认）。

整流器规格(A/kW)	功率损耗(kW)
	≤kW

5.3.2 整流器保护

每台整流器内应内部短路保护、整流桥开路保护、换相过电压保护、交流侧过电压保护、

直流侧过电压保护、外部短路保护、温度保护、框架泄露保护等保护措施。

(1) 内部短路保护

每支整流二极管应串联一个快速熔断器,当二极管失去单向导通性能时发生变压器相间短路,回路中将出现短路电流,此时同支路快速熔断器应快速动作以保护二极管。快速熔断器应带有接点,熔断后能给出信号用于报警或跳闸。当同一桥臂内只有一个快速熔断器熔断时,发出报警信号,超出一个时发出跳闸信号。

(2) 整流桥开路保护

在每个桥臂上串联一个 CT,用于检测桥臂的电流,判断是否开路,并通过保护装置给出跳闸信号。也可采用其它方式检测桥臂的开路故障,并给出跳闸信号。

(3) 换相过电压保护

整流器内应设置可靠的换相过电压保护,防止换相过电压损坏二极管。

(4) 交流侧过电压保护

在交流侧加 RC 过电压抑制回路和压敏电阻,防止交流侧开关操作或变压器感应产生过电压损坏二极管。

(5) 直流侧过电压保护

在直流侧加装 RC 过电压抑制回路和放电回路,防止操作过电压损坏二极管,并在整流器输出端设置压敏电阻,抑制残余的过电压。

(6) 温度保护

在整流器预测温度最高的元件散热器或铜母排上设置温度传感器,用于监视元件散热器或铜母排的温度,并可发出报警信号。

供货商在投标文件中应提出根据所选材料材质及二极管结温特性确定的预报警和报警温度。

(7) 框架泄露保护

整流器设置低阻抗抗框架泄漏保护,通过电缆把整流器外壳连接到设置在负极柜内的低阻抗抗框架保护上,通过电流元件单点接地。

5.3.3 二极管

1) 二极管采用平板式,应采用国际知名品牌的高品质产品,其性能应与快速熔断器工作特性相匹配,应提供二极管与快速熔断器工作特性匹配曲线。

2) 二极管的反向重复峰值电压应不小于 4400V,额定正向平均电流不小于 1800A。

3) 单个二极管安装在自然冷却的散热器上,散热器应具有良好的散热特性,散热器表面要进行防腐处理以减少维护工作。

4) 供货商应在投标文件中提供单台整流器中二极管的配置情况及所使用二极管的详细参数,供用户确认。

5) 整流器的设计应满足当同一桥臂并联的二极管有一个损坏时或不同桥臂两只二极管故障时, 仍能正常运行, 并满足 VI 级负荷要求及承受短路电流的要求, 同时报警。

6) 整流器桥臂并联支路间电流均衡度不小于 0.9。

5.3.4 快速熔断器

每个二极管支路串有快速熔断器, 快速熔断器带有检测装置和接点。当熔丝熔断后, 熔断指示器将可靠动作, 同时发出故障信号, 并且熔断器上具有明显的标记, 使工作人员能在现场容易发现。

快速熔断器应采用国际知名品牌的高品质产品, 并注明原产地, 其性能应与二极管工作特性相匹配, 应提供快速熔断器与二极管工作特性匹配曲线。

5.3.5 柜内照明

每个整流器柜内设有照明节能灯, 并配备柜门连动开关, 当柜门打开时, 照明灯处于工作状态, 当柜门闭合时, 照明灯自动熄灭。同时柜面板应另设置照明灯手动控制开关, 用于巡视时使用。照明灯电源采用 DC220V 电源、LED 光源。照明设备必须和整流柜绝缘。

5.3.6 温湿度控制器

卖方投标设备应充分考虑地铁空气湿热的特殊运行环境, 提出防凝露措施, 相关回路可手动投入、撤除。具体控制方式由买方在第一次设计联络时确定。

温湿度控制器要求如下:

- 温湿度控制器自动对柜体内温度、湿度进行调节, 并能检测和显示当前温度和湿度值。
- 温湿度控制器产品应具有断线报警输出功能, 方便远程控制。
- 温湿度控制器产品应具有自检功能, 当温度和湿度传感器出现故障时能自动切断负载电源并停止工作, 保证柜内其它设备不受影响。

5.3.7 控制与信号回路

(1) 二极管故障指示回路

整流器同一整流桥的一支二极管故障, 或不同整流桥的两支二极管故障时均不跳闸, 将二极管故障信号通过接点在当地和远方显示, 并在屏柜面板显示二极管故障所在桥臂。

(2) 二极管故障跳闸控制回路

整流器同一整流桥的两支二极管故障时整流变压器一次侧断路器跳闸, 发出跳闸信号, 将二极管故障信号通过接点在当地和远方显示, 并在屏柜面板显示二极管故障所在桥臂。

(3) 整流器温度报警和跳闸指示回路

整流器设置温度报警和跳闸控制回路，当温度超过设定的报警或跳闸值时，发出报警和跳闸信号，且具有本地显示和远方显示的功能。

(4) 压敏电阻报警指示回路

整流器在直流侧过电压保护中设置了压敏电阻保护，当压敏电阻动作时，若熔断器熔断，发出跳闸信号，信号可在本地和远方显示。

(5) 上述各种指示均采用带字指示灯方式，并对每个支路的故障能够分别显示。投标人也可根据各自产品特性提供信号当地显示的方案。

5.3.8 整流器显示装置

整流器屏柜面板上设有显示装置，其中电压和电流使用数显装置，显示装置具有以下功能：

- (1) 显示主回路交流电压（显示精度为 1.5 级）。
- (2) 显示主回路直流电流（显示精度为 1.5 级）。
- (3) 显示主回路直流电压（显示精度为 1.5 级）。
- (4) 显示整流器桥臂熔断器熔断信号及已熔断的熔断器位置。
- (5) 显示整流器最热点的温度。
- (6) 显示整流器跳闸信号。
- (7) 显示控制电源失电报警信号。

5.3.9 整流器自动化数据采集装置

每台整流器配置自动化数据采集装置，用于收集电流电压等模拟量、跳闸信号、报警信号，并在装置上显示。装置与变电所综合自动化系统（PSCADA）的接口采用数字通信方式，实现对设备的遥信功能。

本地采集数据：桥臂熔断器熔断报警；超温报警；超温跳闸；控制电源失电报警；桥臂熔断器熔断跳闸；逆流保护跳闸；外壳开门。所有报警和跳闸信号均应有接点输出信号，每个跳闸信号需 3 个接点信号输出。

远方信号：熔断报警；超温报警；超温跳闸；控制电源失电报警；熔断跳闸；逆流保护；外壳开门等，具体上传信号在设计联络时确定。

通信接口标准：采用 RS485 或以太网口，数据传输安全距离不小于 600 米。

通信协议：采用国际标准规约，如：IEC61850（通信速率不低于 10Mbps）、IEC60870-5-103/Modbus 等，并向用户完全开放，具体接线方式及通信协议在设计联络时确定。

对时功能：具有与 PSCADA 系统进行对时功能，对时分辨率到毫秒级。上送 PSCADA 系统的信息应带有时标，时标要求精确到毫秒级。

与 40.5kV GIS 开关柜连接的所有报警、跳闸信号均采用无源接点方式。具体参数在设计联络时确定。

应具有数据存储功能，在装置故障或失电时所有数据不会丢失。

电源回路应有滤波、过压保护、抗干扰措施。

应能承受地铁运行环境下直流牵引供电系统各种工况的电磁干扰，并保证装置不误动。

应能够适应环境温度，应无死机、误动、拒动现象。

5.3.10 辅助电源

整流器保护、监控装置等辅助电源采用 DC220V，投标人在投标书中提出每台整流器所需要的电源功率。

照明设备需要的辅助电源采用 DC220V，投标人在投标书中提出每台整流器所需要的电源功率。

辅助电源需考虑设置过电压保护措施。

5.3.11 电磁锁

壳体门装设电磁锁，电磁锁应在电磁锁有电时解锁，没电时不能解锁。整流器门体电磁锁与 40.5kV 整流机组馈线断路器及直流进线断路器闭锁，当 40.5kV 整流机组馈线断路器及直流进线断路器分闸后，对应整流器的门才可以打开；整流器门打开的情况下，40.5kV 整流机组馈线断路器及直流进线断路器不能合闸和报警。电磁锁技术参数如下。

- 额定电压：DC220V
- 工频耐受：2kV 1min
- 允许温升（40°C 时）：线圈的绝缘耐热等级为 Y 级，允许温升 50K；联锁接点和端钮的接触部分允许温升为 40K。
- 技术要求：
 - 具有指示锁定、打开状态的指示装置；
 - 锁栓具有自动复位功能；
 - 具有将锁栓保持在锁定位置的功能；
 - 借助专用工具，具备手动解锁功能；
 - 在 85%~110%额定电压下应能可靠工作；
 - 具有防潮、防霉及排除内部凝露的性能；
 - 采用同型号产品，易损件应具有互换性。

5.4 配电变压器

(1) 设备损耗、阻抗电压、空载电流及外壳尺寸要求

相关要求见下表，其中产品的空载电流、空载损耗、负载损耗由卖方提供，但不得高于下表的值。

表 5.2-1 铁芯采用优质高导磁、低损耗冷扎硅钢片的配电变压器

容量(kVA)	250	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
短路阻抗(%)	4	6	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6
空载电流(%)	1.3	1.3	1.3	1.1	1.1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
空载损耗(kW)	0.79	0.99	0.93	1.090	1.29	1.48	1.72	1.94	2.26	2.59	3.05	3.56
负载损耗(kW) (F级 120℃)	3.8	3.8	4.51	5.41	6.65	7.69	9.12	10.45	12.73	15.48	18.24	21.85
最大外壳尺寸(m)	长	2.8	2.4	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0
	宽	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.1
	高	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.8	2.8	2.8	2.8

注：投标方提供的空载损耗和负载损耗（F级 120℃）投标值在出厂验收时买方按合同要求进行检测。

表 5.2-2 铁芯采用优质具有软磁特性的非晶合金铁芯带材的配电变压器

容量(kVA)	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
短路阻抗(%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
空载电流(%)	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
空载损耗(kW)	0.31	0.37	0.43	0.5	0.58	0.68	0.75	0.88	1	1.25	1.48
负载损耗(kW) (F级 120℃)	3.8	4.51	5.41	6.65	7.69	9.12	10.45	12.73	15.48	18.24	21.85
最大外壳尺寸(m)	长	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	宽	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2
	高	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.8	2.8	2.8

注：投标方提供的空载损耗和负载损耗（F级 120℃）投标值在出厂验收时买方按合同要求进行检测。

在本工程中选择一座变电所的 2 台 1250kVA 配电变压器的铁芯采用优质具有软磁特性的非晶合金铁芯带材，具体设置站点在设计联络阶段确定。

(2) 变压器过负荷能力符合 GB/T 1094.12-2013 《电力变压器 第 12 部分：干式电力变压器负载导则》。投标人应随投标书提供同类产品样机温升试验获得的时间常数，提供在不同气温下变压器的负载曲线。在自然空气冷却（AN）时,在本技术要求规定的运行条件下,安装在柜体内的变压器，应连续输出 100%的额定容量；强迫空气冷却（AF）时，在同样条件下，变压器输出容量应达到 140%以上，并能保证长期运行。铭牌上应标明 AN/AF 的输出容量。

(3) 承受短路能力：变压器（在任意抽头位置）从无穷大电网取流，在次边完全短路且持续 2 秒的情况下，短路电流对变压器不应造成热损伤和机械损伤，线圈平均最高温度应小于 350℃。卖方应提供原边及次边线圈所能承受的最大短路电流稳态值及峰值的准确数据。

承受短路能力满足 GB1094.5 的要求，卖方在投标时提出建议值；允许偏差应满足

GB1094.1 的要求。

(4) 噪音水平:

1) 铁芯采用优质高导磁、低损耗冷扎硅钢片的配电变压器

噪音(声压级): 1000kVA 以上 $\leq 55\text{dB}$, 1000kVA 以下 $\leq 50\text{dB}$ 。并符合 JB/T10088 的要求。

2) 铁芯采用优质具有软磁特性的非晶合金铁芯带材的配电变压器

噪音(声功率级)应符合 JB/T10088 的要求:

250kVA: $\leq 66\text{dB}$

315~400kVA: $\leq 68\text{dB}$

500kVA: $\leq 69\text{dB}$

630kVA: $\leq 71\text{dB}$

800~1000kVA: $\leq 73\text{dB}$

1250~1600kVA: $\leq 75\text{dB}$

2000~2500kVA: $\leq 77\text{dB}$

(5) 绝缘介质: 干式, 环氧树脂, 整体真空浇注。

(6) 绝缘耐热等级: F 级或以上。

(7) 冷却方式: 自然空气冷却(AN), 预留强迫风冷通风装置安装位置。变压器容量及技术参数按无风机情况下进行考虑的。

(8) 允许温升: 变压器在额定频率、额定容量和最大总损耗的工况下, 一次线圈和二次线圈温升限值为 100K (用电阻法测量的温升)。在任何情况下, 不会出现使铁心本身、其他部件或其相邻的材料受到损害的温度。

(9) 安装方式: 采用户内安装并设有保护外壳, 变压器下部装有轮子、导轨, 并能固定安装, 顶部设起吊用吊环。

(10) 局部放电: $\leq 5\text{pc}$ 。

(11) 寿命: ≥ 30 年, 投标人应提供寿命指标确定的依据、寿命年限中不同时间节点的设备性能指标参数、确保设备寿命的必要维护规程。

(12) 外壳颜色: 设计联络时确定。

(13) 气候等级: C1 级。

(14) 环境等级: E2 级。

(15) 燃烧性能等级: F1 级。

5.5 接地变压器(含接地电阻)

5.5.1 接地变性能参数

- 1) 额定电压: 35kV
- 2) 额定频率: 50Hz
- 3) 相 数: 三相
- 4) 连接组别: ZN
- 5) 绝缘水平: LI170AC70
- 6) 短路阻抗: 6%
- 7) 额定容量: 1250kVA
- 8) 零序阻抗: 小于 30Ω
- 9) 空载损耗、负载损耗应满足下表要求:

额定容量 (kVA)	1250kVA
最大空载损耗 (W)	3000

投标人在投标时应提供接地变压器的空载损耗、负载损耗和空载电流值，并提供相关检测部门的试验报告。

投标人提供的产品可优于上述，需要提供产品设计依据和保证措施。

- 10) 绝缘等级: F 级。
- 11) 温升限值 (线圈): 最高温升 100K。
- 12) 冷却方式: 自然空气冷却
- 13) 安装方式: 户内 (设有保护外壳)
- 14) 噪音水平: ≤55dB。
- 15) 绝缘介质: 干式, 环氧树脂。
- 16) 局部放电: ≤5PC。
- 17) 设计使用寿命: 不小于 30 年。
- 18) 外壳颜色: 设计联络时确定。
- 19) 温控装置的性能参数

变压器设置温控装置，温控装置及温度传感器采用高品质知名品牌，投标人应提供具体型号及参数，并提供相关试验报告。

(1) 基本功能

- 温度传感器应能实时检测变压器三相绕组温度和铁芯温度。
- 具有绕组超温报警、绕组超高温跳闸、铁芯超温报警、温度传感器故障等功能，并能通过远程通信接口将信息上送到变电所综合自动化系统，也可通过硬接点方式输出；装置失电或装置故障信号应有硬接点信号输出。
- 应具有数据存储功能，在装置故障或失电时所有数据不会丢失。

- 应具有液晶显示屏、LED 显示灯和操作键盘，能实时显示温度信息和故障信息，并可通过操作键盘设置和修改各种定值和参数。报警温度和跳闸温度定值可根据变压器的实际情况和用户的需要设置。

- 远程通信接口采用标准接口（如 RS485 或 RS422 标准口）；通信协议应采用对用户完全开放的国际标准规约，如 Profibus、IEC60870-5-103 等。

- 所有上送信息应带时标，时标精确到毫秒级，并能接收变电所综合自动化系统的系统对时信息进行系统对时，实现与系统时钟同步。

- 温控装置输入回路应具有滤波回路。

- 温控装置应能承受地铁运行环境下直流牵引供电系统各种工况的电磁干扰，并保证装置不误动。

(2) 基本技术参数

- 电源：AC220V，电压允许偏差 $15\% \sim +10\%$ ，电源正弦波波形畸变不大于 5%，频率 50 ± 0.5 Hz。

- 抗干扰性能：应满足 JB/T7631-2016《变压器用电子温控器》、GB/T17626《电磁兼容 试验和测量技术》中的要求

- 接点容量：

输出接点容量：1 对（5A/250V AC）；1 对（5A/220V DC）

- 测量精度 ≤ 1.0 级

- 分辨率 $\leq 0.1^\circ\text{C}$

- 控制误差 $\leq \pm 0.5^\circ\text{C}$

- 巡回温度范围： $0 \sim 200^\circ\text{C}$

- 防护等级不低于 IP54。

5.5.2 接地电阻柜性能参数

1) 系统额定电压：35 kV

2) 系统最高电压：40.5 kV

3) 电阻值:33.68 Ω

4) 电阻器标称电压： $35/\sqrt{3}$ kV

5) 电阻材料熔点： $1375^\circ\text{C} \sim 1500^\circ\text{C}$

6) 短时通流允许温升： 760°C

7) 额定时间：10S

8) 电阻元件：优质不锈钢电阻

9) 运行寿命：不少于 30 年

10) 工频耐压：95kV

- 11) 雷电冲击电压：200kV
- 12) 电阻率：1.25 μ Ω .m
- 13) 短时允许电流：600A
- 14) 热容量：350J/CM2
- 15) 谐波：当系统电压所含谐波量不超过下表所列数值时，电阻器能够正常工作。

奇次谐波				偶次谐波	
奇次	各次谐波电压含有率(%)	奇次	各次谐波电压含有率(%)	偶次	各次谐波电压含有率(%)
3	5	15	0.5	2	2
5	6	17	2	4	1
7	5	19	1.5	6-24	0.5
9	1.5	21	0.5		
11	3.5	23	1.5		
13	3	25	1.5		

- 16) 电流互感器：100/1 0.5S/5P20 30VA，具体参数设计联络时确定。

6. 结构要求

6.1 整流变压器的结构要求

高压绕组采用铜导体。

低压绕组采用铜导体。

整流变压器的铁芯采用高标号、低损耗冷轧硅钢片；它为全斜接缝，叠片采用步进式分级接缝结构。

整流变压器应设置温控显示器，可显示绕组和铁芯的最热点温度，并能输出报警与跳闸的继电器接电信号，此信号同时送变电所综合自动化系统，与保护和监控系统的具体接口方式在设计联络时确定。

整流变压器应带运输轮子，用来前后和左右移动，并能固定安装，顶部备有能承受整流变压器整体总重的起吊用吊环。

整流变压器的铁芯和金属部件本身需有防腐的保护层，并应可靠接地(铁轭螺杆除外)，接地装置应有防锈镀层，并附有明显的接地标志。

整流变压器的线圈应具有防火性能。

整流变压器应从结构上进行优化设计，以抑制谐波的产生，并减少电磁波。

整流变压器在运输后铁芯不应松动，线圈及其引线应紧固以防止错位。

整流变压器的外形尺寸和重量(供货商在投标文件中提出)

整流变压器规格 (kVA)	外形尺寸 (宽×深×高 mm)	重量 (kg)
3300	≤mm	≤kg

注：外形尺寸中的高度应包括轮子在内。

6.2 整流器的结构要求

整流器为户内安装，整流器柜为独立式金属柜，其颜色在设计联络时确定。

柜体厚度不小于 2mm，柜体采用镀锌钢板或覆铝锌板材质。

二极管组件及其它元件安装在金属柜中，在布置上应考虑通风流畅、接线方便；同时应方便维护和检修。

柜体的上部及底部开口，但应防止小动物的进入。在正面和后面有门、侧面封盖，各部件与柜体应绝缘。

整流器下部应预留冷风进出口，顶部有出风口，开口的大小在设计联络时确定。

柜体表面应采用可靠的防腐措施，柜体边缘必须光滑，柜体上有铭牌(铭牌内容见后文)。

正负母线色标应区分，具体色标在设计联络时确定。

板材连接采用自固螺栓，不采用焊接方式。

整流器柜的进出线采用电缆，从底部引进和引出。

整流器柜的防护等级为 IP20。

整流器柜的外形尺寸（带外壳）及荷载（供货商在投标文件中提出，用户确认）。

整流器规格 (A/kW)	外形尺寸 (宽×深×高 mm)	重量 (kg)
3000	≤mm	≤kg

整流器柜前应有模拟图，显示整流器的接线方式；整流器中的测控保护装置应考虑屏蔽措施。

本工程单台整流器柜对应柜体数量为 2 面，每面整流器柜极限尺寸不大于 1200mm×1200mm×2400mm（宽×深×高）。

6.3 配电变压器的结构要求

6.3.1 基本构造

(1) 低压绕组采用铜导体或铜箔导体，630kVA 及其以上采用铜箔，630kVA 以下采用铜线（铜含量≥99.9%）。

(2) 高压绕组采用铜导体，铜含量≥99.9%。

(3) 铁芯：采用优质高导磁、低损耗冷轧硅钢片；或者采用优质的具有软磁特性的非晶合金铁芯带材。

低压侧出线方式：变压器与低压开关柜并排放置，低压侧出线采用母排侧出线。低压出线母排采用不经转接柜直接与0.4kV进线开关柜母线连接的方案，连接处满足承受短路能力的要求（确保连接端子不受破坏），投标方在投标时应提出实施方案。投标方提供变压器与低压开关柜连接所需铜母排及相关材料。

变压器与低压开关柜分离放置时，低压侧出线采用封闭式密集型母线，密集母线由相关标段提供。封闭式密集型母线与变压器可靠连接，连接处满足承受短路能力的要求，并与0.4kV进线柜主开关母排可靠连接。

(5) 高压侧进线方式：电缆连接，进线方式为上进线或下进线。设计联络中进一步细化。

(6) 中性点引出线：中性点引出线与a.b.c相线排成一列出线。

(7) 变压器下部应装设用于滚动运输的轮子，设备就位后轮子去除，变压器底座固定安装。顶部设置起吊用吊孔，底座上设置牵引孔并标注顶起（千斤顶）承力点。

(8) 预留强迫风冷通风装置安装位置。

(9) 变压器本体及设备外壳上应设有接地端子。

(10) 应提供变压器壳体范围内高、低压电缆的固定装置。

(11) N线端子需用铜排引至变压器侧面下部。

(12) 配电变压器高、低压侧考虑有专用的挂接临时检修接线装置，用于变压器检修、试验作业时挂临时接地线。

6.3.2 温控器

(1) 变压器设置电子温控器，由温度传感器、传输引线和电子显示仪表等组成，采用高品质产品，卖方应提供具体型号及参数，并提供相关试验报告。其基本功能如下：

- 应具有数据存储功能，在装置故障或失电时所有数据不会丢失。
- 温度传感器采用光纤测温，实时检测各相绕组温度和铁芯温度。
- 具有绕组超温报警、绕组超高温跳闸、铁芯超温报警、外壳开门监视等功能。
- 具有风机自动启/停及风机当地/远方控制功能。
- 温度模拟量信号、超温报警、超高温跳闸及风机运行/故障、外壳开门等信息应能通过远程通信口上送到变电所综合自动化系统及远方电力调度系统。
- 超温报警、超高温跳闸及风机运行/故障、外壳开门等信息应可通过通信的方式输出，也可通过接点方式输出，装置失电或装置故障信号应有硬接点信号输出。装置应提供三对独立的用于跳闸的接点，接点容量设计联络时确定。
- 应具有液晶显示屏、LED显示灯和操作键盘，能实时显示温度信息和故障信息，并可通过操作键盘设置和修改各种定值和参数。报警温度和跳闸温度定值可根据变压器的实际情况和用户的需要设置。

- 应具有远程通信功能，通信接口采用标准接口（如 RS485 或 RS422 标准口）。
- 通信协议应采用对用户完全开放的国际标准规约，如 IEC61850（通信速率不低于 10Mbps）、IEC60870-5-103、MODBUS-RTU 等。
- 温控器输入回路应具有滤波回路。
- 温控器应能承受地铁运行环境下牵引供电系统各种工况的电磁干扰，并保证装置不误动。

(2) 基本技术参数为：

- 电源：DC220V，电压允许偏差-15%~+10%，电源正弦波波形畸变不大于 5%，频率 50±0.5 Hz。投标方应在标书中明确所用的电源的要求。
- 抗干扰性能：应满足 JB/T 7631-2016《变压器用电子温控器》、GB/T 17626.7-2008《电磁兼容 试验和测量技术 供电系统及所连设备谐波、谐间波的测量和测量仪器导则》中的要求。
- 测量准确度：温控器测量准确度等级为 1.0 级；显示仪表的准确度等级为 0.5 级；传感器的准确度等级为 B 级。
- 显示仪表的分辨力为 0.1℃。
- 接点容量：

风机控制输出总的接点容量：AC220V/6A 其他报警或控制输出接点容量：AC220V/3A（阻性）；接点动作寿命不小于 10 万次。

- 控制误差≤±0.5℃
- 测量范围：-30℃~200℃
- 防护等级不低于 IP54。
- 温控器其他技术要求及试验应满足《变压器用电子温控器》JB/T 7631 要求。

6.3.3 外壳

(1) 变压器防护外壳高低压侧均设有双开门，门开度为 180 度。外壳为拼装式，现场可方便组装/拆卸，采用高品质冷轧镀锌钢板或同档次的金属合金外壳(金属合金材料的板材厚度≥3mm，冷轧镀锌钢板的板材厚度≥2mm，防护等级 IP20；外壳颜色在设计联络时确定。

(2) 壳体上设门及观察窗，便于设备检修和巡视。

(3) 满足设备散热的要求。

(4) 壳体门装设电磁锁，电源电压为 DC220V。

(5) 壳体门装设行程开关，提供门位置的硬接点信号（壳体门加装开门灯，灯的位置便于检修和巡视）。门板上要加加强筋。

6.3.4 防凝露

卖方投标设备应充分考虑地铁空气湿热的特殊运行环境，提出防凝露措施，并在设备投入运行前负责对设备进行干燥处理，以确保设备正常运行。

6.3.5 电磁锁

电磁锁用于配电变压器门与变压器高压侧进线断路器的闭锁。

(1) 技术参数：

- 额定电压：DC220V；
- 工频耐受：2kV 1min；
- 允许温升（40℃时）：线圈的绝缘耐热等级为 Y 级，允许温升 50K；联锁接点和端钮的接触部分允许温升为 40K。

(2) 技术要求

- 具有指示锁定、打开状态的指示装置；
- 锁栓具有自动复位功能；
- 电气间隙及漏电距离满足 TB/T 3251.1-2010 的规定；
- 具有将锁栓保持在锁定位置的功能；
- 借助专用工具，具备手动解锁功能；
- 在 85%~110%额定电压下应能可靠工作；
- 具有防潮、防霉及排除内部凝露的性能；
- 具有强制解锁并发出音响报警的功能；
- 采用同型号产品，易损件应具有互换性。

6.3.6 联锁

变电所的三工位开关处于接地位且断路器合位时，配电变压器门体电磁锁解锁，对应配电变压器门可以打开；配电变压器门打开时，接地开关不能分闸。

6.4 接地变压器（含接地电阻）的结构要求

6.4.1 接地变压器的结构要求

- 1) 绕组采用铜导线或铜箔绕制，铜含量 $\geq 99.9\%$ 。
- 2) 铁芯采用优质高标号、低损耗冷轧硅钢片，其工频（50Hz）性能应优于以下指标：比总损耗应在 1.1W/kg（P1.7）及以下，磁极化强度应在 1.88T（H=800A/m）及以上，公称厚度应在 0.3mm 及以下。投标人应提供硅钢片具体规格型号。
- 3) 环氧树脂采用高品质产品。
- 4) 进（出）线方式：下进下出，电缆进出线
- 5) 中性点引出线：

经一个零序保护电流互感器后接地。

6) 安装方式:

变压器下部装有轮子、导轨,并能固定安装,顶部设起吊用吊环及四角底部设拉环;如设运输轮,安装时必须拆除。

7) 外壳:

变压器带有外壳,外壳的防护等级不小于 IP20 (投标人应在变压器上方提供挡板等滴水措施);材质为铝合金(厚度不小于 2mm)。为方便施工现场安装,变压器外壳应为组合式。

8) 接地变压器与接地电阻柜的连接由投标人负责。

6.4.2 接地电阻柜的结构要求

1) 电阻元件采用优质不锈钢电阻。

2) 接地电阻柜外壳的防护等级不小于 IP20;材质为铝合金(厚度不小于 2mm)。

3) 接地电阻柜内配套设置零序电流互感器。

4) 绝缘性能:每节电阻元件能承受工频耐压不小于 7kV/min。每节电阻对地的工频耐压不小于每节电阻额定电压的 2.5 倍加 2kV。

5) 电阻元件具有高熔点:1300~1500℃。使用温度按 1000℃考虑。

6) 电阻元件抗氧化能力强,在 1000℃左右的高温下仍能保持良好的抗氧化性能。

7) 抗拉强度高:抗拉强度不低于 700MPa,在 1000℃左右的高温下机械强度基本保持不变。

8) 高韧性:在温度剧烈变化的运行条件下,仍能保持良好的韧性,不会断裂。

9) 为确保保护的灵敏度,要求电阻值稳定,在高温下阻值变化小。电阻温度系数不高于 $1.05 \times 10^{-4} \Omega / ^\circ\text{C}$ 。

6.5 工艺要求

(1) 用途相同的设备,其所有的元器件和零部件必须具有互换性。

(2) 生产备品备件的材料和原设备上相应部分的材料必须相同,备品备件可适用于所有相同的设备的相应位置。

(3) 公差必须适合所有可更新的设备,机械公差应标在图中。这些图纸应属设备的操作维护手册中一部分。

(4) 工艺加工的风格和方式,在生产过程中要保持一致。

6.6 材料要求

(1) 材料应是优等产品,并应选用使用寿命长和在规定工作条件下维修最少的材料。

(2) 所有材料必须是低烟、无卤、阻燃产品。

(3) 制作结构用的钢材必须是热浸电镀产品。不进行喷塑或喷漆的钢部件，必须进行采取镀锌或镀镉钝化处理。

(4) 铜材料必须符合有关国家标准。用做母排的铜排必须进行镀银或镀锡处理，增加连接部位的导电性能。不允许用石棉板做绝缘材料。当使用合成树脂绝缘板时，所有的切边均要漆封。

(5) 连接/紧固螺栓须采用不锈钢材质，满足设备承受短路能力要求。

(6) 投标商在投标书中应提出设备的主要材料的名称、规格型号及生产厂家、原产地。

7. 可靠性、可维护性、可扩展性

7.1 可靠性

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

- (1) 采用冗余措施
- (2) 使用已证明具有高可靠性的元器件和零部件
- (3) 电磁辐射及兼容

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

- (4) 预防虫害

所提供设备，应采用适当的措施以预防虫害。

7.2 可维护性

设备应设计成只需最少的调整和预防性维护，以及运行维护。产品设计应包括故障隔离及诊断措施，以减少设备修复时间、维护材料和人工成本。

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

电子设备应维修到板级。

7.3 可扩展性

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

7.4 其它要求

供货商提供设备基础的安装尺寸及对设备基础的要求,并提供设备的安装方法和相应设备的安装图纸。

供货商应在投标文件中提供根据其设备所建议的详细安装图、预埋件图、基础图、底部开孔图等供认可(并附有上述图纸的电子文件光盘)。在上述图纸中,应标明详细的尺寸、一二次电缆的进线位置和所用材料的规格等;若平面图表达得不够清楚,还可采用如剖视图等其它表现方式。

8. 铭牌

每台设备必须安装有不受气候影响的铭牌。铭牌应装在明显的位置。铭牌上的各项标志内容必须永久保持清晰。

8.1 整流变压器

每台整流变压器必须安装有不受气候影响的铭牌,铭牌应装在明显的位置。铭牌材质选用黄铜、数量2块(一块安装在变压器上,另一块安装在网栅上)。铭牌上应表示下列各项,铭牌内容必须永久保持清晰,铭牌的主要内容如下。

- (1) 变压器名称、型号、产品代号
- (2) 标准代号
- (3) 制造厂名(包括国名)
- (4) 出厂序号
- (5) 制造年月
- (6) 所有线圈的绝缘系统温度(或等级)和最高允许温升
- (7) 相数
- (8) 额定容量
- (9) 额定频率
- (10) 额定电压,包括分接电压
- (11) 额定电流
- (12) 联接组标号,绕组联接示意图
- (13) 额定电流下的阻抗电压
- (14) 空载和负载损耗
- (15) 负载等级
- (16) 冷却方式,使用条件
- (17) 绝缘水平
- (18) 尺寸
- (19) 总重

8.2 整流器

每台整流器必须安装有不受气候影响的铭牌，铭牌应装在明显的位置。铭牌材质选用黄铜。铭牌上的各项标志内容必须永久保持清晰，铭牌内容如下：

- (1) 型号和产品出厂序号
- (2) 输入相数（或用 D.C 标志）
- (3) 额定输入电压
- (4) 额定输入电流
- (5) 额定频率
- (6) 输出相数（或用 D.C 标志）
- (7) 额定输出电压
- (8) 额定输出电流
- (9) 负载性质
- (10) 负载等级
- (11) 主电路连接图
- (12) 保护外壳等级
- (13) 额定条件下的位移因数
- (14) 重量、制造厂及制造日期

8.3 配电变压器、接地变压器和接地电阻柜

- (1) 变压器、接地电阻柜名称、型号、产品代号
- (2) 标准代号
- (3) 制造厂名（包括国名）
- (4) 出厂序号
- (5) 制造年月
- (6) 所有线圈的绝缘系统温度（或等级）和最高允许温升
- (7) 相数
- (8) 额定容量
- (9) 额定频率
- (10) 额定电压，包括分接电压
- (11) 额定电流
- (12) 联接组标号，绕组联接示意图
- (13) 额定电流下的阻抗电压
- (14) 空载和负载损耗
- (15) 负载等级

- (16) 冷却方式, 使用条件
- (17) 绝缘水平
- (18) 尺寸
- (19) 总重
- (20) 防护等级
- (21) 环境等级
- (22) 气候等级
- (23) 燃烧性能等级

8.4 标识

接线端子应有明显标志, 同时应标有运输及起吊标志, 所有标志应符合相关标准的规定。

9. 包装、运输及仓储

9.1 包装

包装应能适应长途海上和内陆运输、多次吊装、卸货以及长期露天堆放, 还应能防止雨淋、受潮、生锈、腐蚀、受振以及机械和化学因素引起的损坏。包装件和附件箱应连续编号, 不应出现重复号, 而且在全部装运过程中, 装箱编号的顺序应始终连贯。包装箱外壁的文字与标志应耐受风吹日晒, 不可因雨水冲刷而模糊不清, 其内容应包括:

- 制造厂名称;
- 收货单位名称及地址;
- 设备名称及型号;
- 毛重和总重;
- 包装箱外型尺寸;
- 包装箱储运指示标志: “向上”、“防湿”、“小心轻放”、“由此吊起”等标志应按 GB 191《包装储运图示标志》的规定。

随产品装箱文件包括: 装箱单、铭牌标志图、外形尺寸图、产品合格证明书、产品使用说明书等。

9.2 运输

投标人应负责将设备运到招标人指定地点, 投标人必须做到设备在任何运输过程中不受损坏。

同批货物和附件应统一编号运输。

经由铁路、公路运输的包装件尺寸和重量不应超过国家所规定的尺寸限制。

在每批货物发出后 2 日内，投标人应通知招标人，通知中应指明：合同号、货运单号、件数、重量和货物发出日期。

9.3 仓储

招标人不提供设备仓储条件，由施工单位负责设备开箱验收前的仓储、保管。投标人根据变电站工期需要，将设备运至工地现场、车场或施工单位仓库，并负责设备由运输车辆卸至平地。

10. 计划采用的主要元器件/原材料清单

10.1 整流变压器

投标人应根据下表要求详细列出其投标货物/建议方案计划采用的每种整流变压器容量的主要元器件规格，主要元器件/原材料清单。

序号	设备名称	规格型号	数量(kg)	原产地/供应商	备注
1	硅钢片				
	树脂				
	铜线				
	铜箔				
	外形尺寸(mm)(长*宽*高)				
	总重量(kg)				
	...				

注：1、清单中设备名称仅为参考，具体实际名称由投标人根据自己配置情况提供。

- 2、投标人应提供详细的主要元器件规格、产地等信息。至少包括以上主要元器件，不足部分投标人补足。
- 3、投标人应提供满足本设备用户需求书功能所需的所有元器件清单。

10.2 整流器

投标人应根据下表要求详细列出其投标货物/建议方案计划采用的整流器的主要元器件规格，主要元器件清单。

序号	主要元器件名称	规格型号	单位	数量	原产地/供应商	备注
1	二极管					
2	快速熔断器					

序号	主要元器件名称	规格型号	单位	数量	原产地/供应商	备注
3	散热器					
4	电流传感器					
5	压敏电阻器					
	...					

注：1、清单中设备名称仅为参考，具体实际名称由投标人根据自己配置情况提供。

2、投标人应提供详细的主要元器件规格、产地等信息。至少包括以上主要元器件，不足部分投标人补足。

3、投标人应提供满足本设备用户需求书功能所需的所有元器件清单。

10.3 配电变压器

投标人应根据下表要求详细列出其投标货物/建议方案计划采用的每种配电变压器容量的主要元器件规格，主要元器件/原材料清单。

序号	设备名称	规格型号	数量(kg)	原产地/供应商	备注	
1	xxxxkVA	硅钢片				
		树脂				
		铜线				
		铜箔				
		外形尺寸(mm) (长*宽*高)				
		总重量(kg)				
		...				
2	xxxxkVA	非晶合金				
		树脂				
		铜线				
		铜箔				
		外形尺寸(mm) (长*宽*高)				
		总重量(kg)				
		...				
...	...					

- 注：1、清单中设备名称仅为参考，具体实际名称由投标人根据自己配置情况提供。
- 2、投标人应提供详细的主要元器件规格、产地等信息。至少包括以上主要元器件，不足部分投标人补足。
- 3、投标人应提供满足本设备用户需求书功能所需的所有元器件清单。

二、供货范围

在合同执行过程中，招标人保留根据实际工程需要对设备供货数量进行调整的权利。各种规格变压器（含整流器）的单价在合同执行过程中不变，总价按实际供货数量计算。招标人如有调整，应在预定交货期前4个月通知投标人。

供货以车站为单位，具体要求在设计联络中确定。

1. 整流变压器

1.1 设备数量

投标人应在投标时向招标人提供设备规格型号、生产厂家、产地、设备单重、外形尺寸、单价等内容，设备的数量将在合同签订时最终确认。

还应包括其安装、试验、运行所必须的附件，包括但不限于上述等。

序号	站点	3300kVA/台	整流变温控器(台)
1	望洪	2	2
2	道滘	2	2
3	道滘东	2	2
4	汽车总站	2	2
5	滨江体育馆	2	2
6	莞太路	2	2
7	鸿福路	2	2
8	新源路	2	2
9	东城南	2	2
10	水濂山	2	2
11	水大区间牵引所	2	2
12	大岭山北	2	2
13	大岭山	2	2
14	大岭山东	2	2
15	松山湖	2	2
16	大朗西	2	2
17	大朗	2	2
18	湿地公园	2	2
19	富民南路	2	2
20	黄江北	2	2

序号	站点	3300kVA/台	整流变温控器(台)
21	黄牛埔	2	2
22	黄江中心	2	2
23	道滘车辆段	2	2
24	黄江停车场	2	2
合计		48	48

1.2 随机附件

投标人须提供质量保证期后三年所需的随机附件。投标人应按合同价格的一定比例和设备的易损程度向招标人提供质量保证期后的设备维护和维修所需的随机附件（含软件）。投标人应根据设备的特点提供所需随机附件数量的计算依据，并在投标文件中提供随机附件的清单、单价及总价，清单中所列的随机附件种类和数量应能确保系统投入运营后，在任何故障情况下得到及时的修正和更换，确保供电系统不中断运营。随机附件单独报价，在投标时按设备材料总价的1%列入总价，投标人须承诺招标人在试运行结束前可根据实际需求，在合同总价不变情况下，对随机附件的种类、数量进行调整。同时，招标人可选择采购随机附件清单以外的随机附件，投标人须承诺该部分随机附件的单价不高于投标文件中的报价。

投标人须承诺在系统生命周期内，保证随机附件的供应。招标人向投标人购买的随机附件中，若原厂商所生产的随机附件停止生产，投标人应有责任在随机附件停止生产前最少12个月通知招标人，并提供其它代用品的数据及提供相应解决方案。

质量保证期结束前投标人原则上不得使用招标人单独采购的随机附件；在设备安装、试验和质量保证期内的紧急情况下，招标人可将随机附件提供给投标人使用，投标人应免费用新品补充所用的合同中的随机附件。

若随机附件的种类、数量不足以维持三年维护和维修所需，投标人应免费予以修理和更换及补足。若在三年的正常运营期内，损坏的部件在本合同随机附件清单中没有的，投标人也应免费提供。

序号	名称	型号	单位	数量	产地及供货商	备注
1	温控器		套			
2	与温控器配套的温度探头		套			

2. 整流器

2.1 设备数量

投标人应在投标时向招标人提供设备规格型号、生产厂家、产地、设备单重、外形尺寸、单价等内容，设备的数量将在合同签订时最终确认。

还应包括其安装、试验、运行所必须的附件，包括但不限于上述等。

序号	站点	单位	3000kW/2 面柜
1	望洪	面	2
2	道滘	面	2
3	道滘东	面	2
4	汽车总站	面	2
5	滨江体育馆	面	2
6	莞太路	面	2
7	鸿福路	面	2
8	新源路	面	2
9	东城南	面	2
10	水濂山	面	2
11	水大区间牵引所	面	2
12	大岭山北	面	2
13	大岭山	面	2
14	大岭山东	面	2
15	松山湖	面	2
16	大朗西	面	2
17	大朗	面	2
18	湿地公园	面	2
19	富民南路	面	2
20	黄江北	面	2
21	黄牛埔	面	2
22	黄江中心	面	2
23	道滘车辆段	面	2
24	黄江停车场	面	2
合计		面	48

2.2 随机附件

随机附件具体要求详见整流变压器随机附件的要求。

序号	设备名称	规格型号	数量	原产地/供应商	备注
1	二极管				
2	短路保护板				

3	快速熔断器				
4	块状散热器				
5	换相电容器				
6	电流传感器				
7	压敏电阻器				
8	温度继电器				
9	快熔温度保护器				
10	数据采集装置				
				

3. 配电变压器

3.1 设备数量

投标人应在投标时向招标人提供设备规格型号、生产厂家、产地、设备单重、外形尺寸、单价等内容，设备的数量将在合同签订时最终确认。

还应包括其安装、试验、运行所必须的附件，包括但不限于上述等。

序号	站名	变电所类型	变压器容量 (kVA)	变压器 (台)	温控装置 (台)	电磁锁 (套)
1	望洪	牵引降压混合变电所	1000	2	2	2
2	道滘	牵引降压混合变电所	800	2	2	2
3	道滘东	牵引降压混合变电所	800	2	2	2
4	人民医院	降压变电所	1600	2	2	2
		道滘东站~人民医院站 区间跟随所	500	2	2	2
5	汽车总站	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
6	滨江体育馆	牵引降压混合变电所	2000	2	2	2
7	莞太路	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
8	中心广场	降压变电所	1600	2	2	2
9	鸿福路	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
10	新源路	牵引降压混合变电所	1250	2	2	2
11	东城南	牵引降压混合变电所	1250	2	2	2
12	同沙公园	降压变电所	1600	2	2	2
13	水濂山	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
		水濂山站~大岭山北站 区间跟随所	500	2	2	2

序号	站名	变电所类型	变压器容量 (kVA)	变压器 (台)	温控装置 (台)	电磁锁 (套)
14	水大区间牵引所	牵引降压混合变电所	1000	2	2	2
15	大岭山北	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
		大岭山北站~大岭山站 区间跟随所	500	2	2	2
16	大岭山	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
17	大岭山东	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
18	广东医科大学站	降压变电所	1600	2	2	2
		车站跟随所	800	2	2	2
19	松山湖	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
		车站跟随所	800	2	2	2
20	大朗西	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
		松山湖站~大朗西站区 间跟随所	400	2	2	2
		大朗西站~大朗站区 间跟随所	400	2	2	2
21	大朗	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
22	湿地公园	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
23	富民南路	牵引降压混合变电所	1250	2	2	2
		车站跟随所	800	2	2	2
24	黄江北	牵引降压混合变电所	2000	2	2	2
		富民南路站~黄江北站 区间跟随所	630	2	2	2
25	黄牛埔	牵引降压混合变电所	1600	2	2	2
		黄江北站~黄牛埔站区 间跟随所	630	2	2	2
26	黄江中心	牵引降压混合变电所	2000	2	2	2
		黄牛埔站~黄江中心站 区间跟随所	1000	2	2	2
27	道滘车辆段	运转综合楼	1600	2	2	2
		综合楼	2000	2	2	2
28	黄江停车场	运转综合楼	1600	2	2	2
		综合楼	2000	2	2	2
29	黄江主变电所		250kVA, 短 路阻抗 6%	2	2	2
30	松山湖主变电所		250kVA, 短 路阻抗 6%	2	2	2
31	道滘主变电所		250kVA, 短 路阻抗 6%	2	2	2

序号	站名	变电所类型	变压器容量 (kVA)	变压器 (台)	温控装置 (台)	电磁锁 (套)
	总计			88	88	88

注：配电变压器报价包含外壳。

3.2 随机附件

随机附件具体要求详见整流变压器随机附件的要求。

序号	名称	型号	单位	数量	产地及供货商	备注
1	温控装置		套		投标人提供	
2	与温控器配套的温度探头		套		投标人提供	

4. 接地变压器（含接地电阻）

4.1 设备数量

投标人应在投标时向招标人提供设备规格型号、生产厂家、产地、设备单重、外形尺寸、单价等内容，设备的数量将在合同签订时最终确认。

还应包括其安装、试验、运行所必须的附件，包括但不限于上述等。

序号	车站名称	接地变压器（台） (1250kVA)	接地电阻柜（套）
1	黄江主变电所	2	2
2	松山湖主变电所	2	2
3	道滘主变电所	2	2
	合计	6	6

注：接地变压器（含接地电阻）报价包含外壳。

4.2 随机附件

随机附件具体要求详见整流变压器随机附件的要求。

序号	名称	型号	单位	数量	产地及供货商	备注
1	温控装置		套		投标人提供	
2	与温控器配套的温度探头		套		投标人提供	

5. 专用工具及测试仪表

5.1 专用工具及测试仪表

投标人应在投标文件中提供专用工具或测试仪表规格型号、功能、生产厂家、产地、单

价等内容，在投标时单独报价，列入总价。

专用工具及测试仪表的种类及数量将在合同签订时最终确认。若投标人认为所开列的专用工具或测试仪表种类及数量不全或不足，可对其进行补充。

合同签订后，招标人有权根据实际工程需要对专用工具和测量仪表的种类和数量在总价不变的情况下进行调整，若确为必需且属投标人投标时遗漏的种类或者数量，投标人应免费补足。（具体工具及数量参考下表）

整流机组专用工具设备及测试仪表

序号	专用工具名称	专用工具规格	单位	数量
1	10kV 绝缘电阻测试仪		套	2
2	交直流钳形表		套	4
3	红外热成像仪		套	1
4	PLC 编程数据下载线		套	2
5	调试用移动终端		台	2
6	综合性组套	含套筒、接杆、万向接头、棘轮扳手、两用扳手等	套	4

配电变压器专用工具及测试仪表

序号	专用工具名称	专用工具规格	单位	数量
1	力矩扳手		套	2
2	综合性组套	含套筒、接杆、万向接头、棘轮扳手、两用扳手等	套	4

5.2 主要专用工具或测试仪表性能要求

1) 10kV 绝缘电阻测试仪

输入电压：95~240V，50Hz 交流电源或充电电池供电

测试电压（DC）：50V~10KV，50V 到 1kV 以 10V 为步进电压，1kV 到 10kV 以 25V 为步进电压；

精确度（23℃）：±5%在 1TΩ 范围内，±20%在 20TΩ 范围内；

最大输出电流/短路电流：5mA；

充电时间：在 5mA/10kV 状态下充电时间≤3s/μF；放电时间：放电从 10KV 到 50V≤250ms/MF；

电容测量范围：10nF 到 50 μF（取决于测试电压）；

电容测量精确度（23℃）：±5%±5nF；

最大测试量程：35T；

电流测试范围：0.01mA 到 5mA；

电流测试精确度（23℃）：±5%±0.2mA；

抗干扰：2mA rms；

测量：显示最大读数 35T，最小读数 10K；

数据存储：电压，测试时间，泄漏电流，阻抗，电容，PI，DAR，DD；

实时输出：能连续不断的输出测试电压，电流和阻抗；

安全标准：外壳的设计符合 IP65 标准

电池寿命：在 10kV 测试电压下连续工作 4 小时。

2) 红外热成像仪

(1) 成像性能

红外分辨率:320 x 240 像素；

视场角 (FOV) /最短焦距：25° × 19° /0.4m；

波长范围：7.5-13 μ m；

空间分辨率(IFOV)：1.39mrad；

图像帧频：60Hz；

调焦：自动（单次）或手动；

焦平面阵列 (FPA)：非制冷微测辐射热计。

(2) 图像显示

画中画：可见光图像上的可缩放红外区域；

显示屏：内置 3.5” 彩色液晶触摸屏，320x240 像素；

图像模式：红外图像，可见光图像，热叠加，画中画，缩略图库；

MSX®：具有 MSX®的红外图像，带有细节增强显示的热图像；

热叠加：可见光图像上高/低于温度范围或位于温度范围内的红外图像。

(3) 数码相机

内置数码相机：310 万像素（2048 x 1536 像素），LED 灯；

数码相机，视场角：与红外镜头相配。

3) 调试用移动终端

调试用移动终端（便携式计算机）采用 CPU 为 Intel Core i7 四核处理器，CPU 字长不低于 64 位，内存容量为不低于 8G，硬盘容量不低于 1TB，显存为独立显卡，液晶显示屏不小于 15"。配置光电鼠标。投标人提供的便携式计算机的品质应等同于或优于 Thinkpad、HP、DELL 等产品的品质。供货时，应提供合同价格的最新机型，招标人有权在价格不变的情况下更换最新的设备及操作系统。

该调试用移动终端应配备 PLC 编程软件，对设备内部 PLC 可进行编程、维护等操作。

三、服务项目表

序号	服务内容	次数	买方人数	卖方人数	时间（天）	地点
1	设计联络					
1.1	第一次设计联络	1	6	根据需要	5	东莞
1.2	第二次设计联络（关键部件原产地）	1	6	根据需要	10	工厂
1.3	第三次设计联络	1	6	根据需要	5	东莞
2	出厂验收	根据需要	6	根据需要	7	工厂
3	培训					
3.1	工厂培训	1	10	2	7	工厂
3.2	现场培训	1	20	2	7	现场
4	督导					
4.1	安装督导	根据需要	-	2	365 （全程督导直至送电）	现场
4.2	调试督导	根据需要	-	2	365 （全程督导直至送电）	现场
5	技术咨询服务				根据需要	
6	运行情况跟踪				根据需要	
7	质量反馈处理				根据需要	

四、项目执行时间表

序号	工程计划	工期要求
1	设计联络	2022年9月~2022年12月
2	生产制造及出厂验收	2023年1月~2023年9月
3	工厂培训	2023年3月~2023年12月
4	供货（分阶段进行）	2023年1月~2023年10月
5	安装（分阶段进行）	2023年1月~2023年10月
6	环网送电	2023年10月
7	完成热滑	2023年12月
8	各系统综合联调	2023年12月16日~2024年4月15日
9	空载试运行	2024年4月16日~7月15日
10	试运营	2024年8月16日

注：1、买方有权根据实际工程需要对上述项目执行各工期时间（包括设备供货、仓储、安装等）进行相应调整，并在交货前3个月通知投标人。

2、若交货期如有调整，买方在预定交货期前2个月通知卖方。

3、由于买方工期调整带来的变化，卖方必须无偿配合，相关费用包含在合同总价中。

五、责任范围

1. 卖方责任范围

(1) 签定合同后, 卖方应按合同技术规格书的要求, 负责合同设备的产品设计、生产制造、运输、试验、培训等, 提供满足技术要求的产品。

(2) 卖方除应完成合同中所包括设备之间的接口设计外, 还应服从供电系统集成服务商接口管理工作, 有责任参加供电系统集成服务商组织的接口协调会议, 并按要求完成与其它系统接口设计。

(3) 卖方必需按供电系统集成服务商规定的格式进行图纸、文件的绘制和编写。

(4) 卖方负责整流机组匹配参数的设计, 并应进行相应的整流机组特性试验。整流器运输到联调试验地及从联调试验地运输到安装现场的费用由卖方负责。

(5) 卖方负责配电变压器与 0.4kV 进线开关柜连接方案(各类安装类型)的设计, 设计方案应经买方审查确认。并提供配电变压器与 0.4kV 进线开关柜连接方案所需材料。

(6) 卖方提供的所有设计图纸、文件, 必须首先提交给供电系统集成服务商审核确认后, 报买方批准, 方可投入生产。买方对图纸的审核批准并不减轻生产厂家对质量的责任。

(7) 设备安装、调试阶段及系统联调阶段, 卖方必须配合施工方及相关接口设备商进行安装、调试督导。对安装、调试过程出现的问题, 不仅要负责本方设备故障的及时查找、解决, 还有义务及时配合施工方及其他接口设备商共同查找、解决接口问题。

(8) 在供电系统集成服务商的组织下, 在合同设备的单体试验和系统调试直至现场验收期间提供技术支持。

(9) 卖方有责任协助施工单位解决试验中发生的技术问题。

(10) 在供电系统集成服务商的组织下, 负责对买方人员进行工厂培训或现场培训。

(11) 提供本合同内满足技术要求的所有设备及相关附件。

(12) 卖方必须派出技术、商务人员参加供电系统集成服务商召集的各种会议。包括但不限于定期例会、接口协调、进度控制、设计联络等会议, 这些会议可能在供货厂家所在地或异地举行。

(13) 买方委托集成服务对设备进行第三方检测, 设备运输至指定检测单位的工作由卖方负责, 检测费用在集成服务合同总价中。

2. 买方责任范围

(1) 确认卖方设备产品的设计。

(2) 确认卖方提供的产品设计说明书、各类试验手册是否满足用户要求, 并提出修改意见。

- (3) 向卖方提供与其它相关系统的接口条件。
- (4) 买方有权利到厂参加各项试验项目。
- (5) 买方有权利对卖方生产所使用的图纸和工艺文件等进行审查或抽查。
- (6) 审查确认整流变压器、整流器、配电变压器结构设计。
- (7) 审查确认整流变压器与整流器、35kV 电缆间的接口设计；审查确认整流器与保护、监控、直流电缆间的接口设计；审查确认配电变压器与 0.4kV 开关柜、35kV 电缆等设备的接口设计。
- (8) 买方对单机设备供货商的指令原则上应通过供电系统设备集成服务商下达。

3. 技术接口及责任

3.1 整流变压器

1) 整流变压器与 40.5kV GIS 开关柜的接口：变压器温控装置的开关量信号（接点）送至开关柜二次端子供 40.5kV GIS 保护用。接口分界在变压器温控装置的端子排的出线端子。

接口责任：开关量及出线端子由卖方提供。

产品设计阶段：卖方负责接点的名称、数量、容量的设计及与其他相关方的互提资料等配合，并提交有关接口方案。卖方设计并提供变压器温控装置的端子排图。

设备安装、调试和联调阶段：卖方有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装、调试和联调。对接口中存在的问题，不仅要负责本方设备故障（如果存在）的及时查找、解决，还有义务及时配合施工方及其他接口设备商共同查找、解决接口问题。

2) 整流变压器与综合自动化的接口：采用数字(RS485 或 RS422)接口方式，接口分界在温控器端子排。

接口责任：通信接口协议向买方开放，卖方负责接口安装、试验、调试，向综合自动化厂商提供一套温控器用于试验。温控器端子排外侧网络电缆由买方提供。温控器至整流变压器的连接电缆由卖方提供。

产品设计阶段：负责接口方式的设计。

设备安装、调试阶段：负责温控器的安装、调试。

3) 整流变压器与 35kV 进线电缆的接口：整流变压器高压侧与电缆连接配合。接口分界在高压侧端子与电缆接头处。

接口责任：卖方负责提供连接用紧固件及相应的安装孔；电缆及电缆附件由买方提供。

产品设计阶段：卖方负责提交有关接口方案及图纸，紧固件及相关的设计。当进线采用下部引入时，卖方负责提供电缆支架；当进线采用上部引入时，卖方根据买方提供的资料负责电缆连接方式的确定。

设备安装阶段：卖方提供电缆连接紧固件，并有义务配合施工方及相关接口设备商进行

安装，给予督导及建议。

4) 整流变压器与 1500V 出线电缆的接口：整流变压器低压侧与电缆连接配合。接口分界在低压侧端子与电缆接头处。

接口责任：电缆及电缆终端、电缆附件由买方提供。卖方负责连接用紧固件及相应的安装孔。

产品设计阶段，整流变压器厂商负责提交有关接口方案及图纸、电缆固定支架、紧固件及其相关的设计。

设备安装阶段，卖方提供电缆连接紧固件，有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装，给予督导及建议。

5) 整流变压器与整流器的接口：技术参数的匹配，负载能力的匹配。由卖方负责进行两者的参数匹配，保证整流机组的特性符合要求。

接口责任：整流变压器与整流器的参数匹配以及整流机组联调试验由卖方负责，设计协调和整流机组联调过程中所产生的一切费用由卖方负责。

现场调试阶段，卖方有义务配合施工方及相关接口设备商进行试验，给予督导及建议。

6) 与土建系统接口：安装地脚螺栓

接口责任：提供安装用地脚螺栓。

7) 与接地系统接口：通过接地螺栓接地。

接口责任：提供接地用螺栓及端子（防锈蚀），端子应与接地系统相匹配。

8) 温控器与交、直流电源装置的接口：工作电源的配合。

接口责任：温控器电源变电所内交、直流电源装置提供。电源电缆由买方负责。

产品设计阶段：买方负责提出电源制式和容量要求，卖方按要求实施。

设备安装、调试阶段：卖方有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装、调试。

3.2 整流器

1) 整流器与 40.5kV GIS 柜的接口：整流器内部保护的开关量信号（接点）送至开关柜二次端子供 40.5kV GIS 继电保护单元采集。接口分界在整流器柜内二次保护端子排的出线端子。

接口责任：整流器柜和开关柜二次端子排预留相应端子。整流器柜内二次端子型式、端子接线图由卖方负责；开关柜端子型式、端子接线图由开关柜厂家负责，整流器柜厂家提供有关资料，包括接点数量和容量等。整流器柜和 40.5kV GIS 之间的保护连接电缆由买方负责。

产品设计阶段：负责确定接点的名称、数量、容量，与其他相关方的互提资料等配合，并提交与 40.5V GIS 柜保护有关的接口方案。设计、提供整流器柜的二次端子排图。应对整流器柜和 40.5kV GIS 之间的保护连接电缆的要求提出建议。

设备安装、调试、联调阶段：有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装、调试。对接口中存在的问题，不仅要负责本方设备故障（如果存在）的及时查找、解决，还有义务及时配合施工方及其他接口设备商共同查找、解决接口问题。

2) 整流器与变电所综合自动化的接口：采用数字(RS485)接口方式，接口分界在自动化数据采集装置端子排。

接口责任：通信接口协议向买方开放，负责接口安装、试验、调试，向变电所综合自动化厂商提供一套自动化数据采集装置用于试验。自动化数据采集装置端子排外侧网络电缆由买方提供。

产品设计阶段：负责接口方式的设计。

设备安装、调试阶段：负责自动化数据采集装置的安装、调试。

3) 整流器与交流侧电缆、直流侧电缆和负回流侧电缆的接口：整流器与交流侧、直流侧、负回流侧电缆的连接配合。接口分界在整流器各侧铜排接线端子与电缆接头处。

接口责任：电缆及电缆附件由买方提供，卖方根据设计要求负责提供足够的接线位置并提供连接螺栓。

产品设计阶段，卖方负责提出各侧电缆的连接要求，提交有关接口方案及图纸。

设备安装阶段，卖方提供电缆连接螺栓，并有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装，给予督导及建议。

4) 整流器与整流变压器的接口：技术参数的匹配，负载能力的匹配以及整流器与整流变压器的联调试验由卖方完全负责技术协调工作和费用。

5) 整流器柜与交、直流电源装置的接口：整流器柜内照明和保护装置工作电源的配合。

接口责任：整流器柜内照明设备与柜体绝缘，以防止迷流经过照明设备，通过交流系统流入大地。照明灯的电源和二次保护装置电源由变电所内交、直流电源装置提供。电源电缆由买方负责。整流器厂家应在整流器柜上留出端子排。

产品设计阶段：负责提出电源容量要求，与其他相关方的互提资料等配合，设计、提供整流器柜的二次端子排图。

设备安装、调试阶段，有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装、调试。对接口中存在的问题，不仅要负责本方设备故障（如果存在）的及时查找、解决，还有义务及时配合施工方及其他接口设备商共同查找、解决接口问题。

6) 与负极柜的接口：接入负极柜内的直流框架保护。

接口责任：整流器柜与地绝缘安装。整流器厂家负责提供柜基础与地之间的绝缘垫，整流器框架与负极柜框架之间的连接电缆由买方负责。整流器厂家应在整流器柜上设置框架连接铜排并留出接线端子。

产品设计阶段，负责与其他相关方的互提资料等配合，设计、提供整流器柜的框架铜排连接端子图。

设备安装、调试阶段，有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装、调试。对接口中存在的问题，不仅要负责本方设备故障（如果存在）的及时查找、解决，还有义务及时配合施工方及其他接口设备商共同查找、解决接口问题。

7) 与土建系统接口：负责提供绝缘垫和安装绝缘螺栓。

接口责任：提供安装用绝缘垫和绝缘螺栓。

3.3 配电变压器

1) 配电变压器与 40.5kV GIS 柜的接口分界在变压器温控装置端子排的出线端子。变压器温控装置将开关量信号（接点）、模拟量（4-20mA 电流环）发送至 40.5kV GIS 开关柜，供保护、测控综合单元采集。

接口责任：买方应提供信号量（开关量、模拟量）、足够数量的出线端子及 4—20mA 电流环对应温度的换算方法。负责温控装置的安装设计。

产品设计阶段：负责接点的名称，数量，容量及模拟量传输的设计及与其他相关方的互提资料等配合，并提交有关接口方案。设计、提供变压器温控装置的端子排图。应对模拟量传输的抗干扰措施（如连接电缆的形式等）提出建议。

设备安装、调试阶段，有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装、调试。对接口中存在的问题，不仅要负责本方设备故障（如果存在）的及时查找、解决，还有义务及时配合施工方及其他接口设备商共同查找、解决接口问题。

系统联调阶段，对联调中接口存在的问题，不仅要负责本方设备故障（如果存在）的及时查找、解决，还有义务及时配合施工方及其他接口设备商共同查找、解决接口问题。

2) 配电变压器与综合自动化的接口：采用数字(RS485 或 RS422)接口方式，接口分界在温控器端子排。

接口责任：通信接口协议向买方开放，卖方负责接口安装、试验、调试，向综合自动化厂商提供一套温控器用于试验。温控器端子排外侧网络电缆由买方提供。温控器至配电变压器的连接电缆由卖方提供。

产品设计阶段：负责接口方式的设计。

设备安装、调试阶段：负责温控器的安装、调试。

3) 配电变压器与 35kV 进线电缆的接口在高压侧接线端子。

接口责任：提供高压接线端子及紧固件，高压电缆及其附件由买方提供。

产品设计阶段：配电变压器厂商负责配电变压器外壳电缆开孔、电缆固定支架、电缆孔封堵用电缆盖帽及铜排安装孔、紧固件及其相关的设计，与相关接口的设备商互提资料等配合。并提交有关接口方案及图纸。

设备安装：有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装，给予督导及建议。

4) 配电变压器与 0.4kV 开关柜的接口：当与 0.4kV 开关柜直接连接时，接口分界在 0.4kV

开关柜进线母排的连接端子；当经封闭母线与 0.4kV 开关柜相连时，接口分界在封闭母线的连接端子。

接口责任：0.4kV 开关柜厂商或封闭母线供货商负责提供开孔尺寸及安装要求，配电变压器供货商提供低压侧出线母排、连接端子及紧固件或提供连接端子、封闭母线连接法兰及紧固件等完成变压器与 0.4kV 开关柜连接所必须的元件，连接方案采用软连接。

产品设计阶段：卖方负责配电变压器与 0.4kV 开关柜的连接及其设计（必须对电动力做出校核），与相关接口的设备商互提资料等配合。并提交有关接口方案及图纸。

设备安装：有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装，给予督导及建议。

5) 与土建系统接口在安装地脚螺栓。

接口责任：提供安装用地脚螺栓。

与接地系统接口在零线连接端子及设备本体、外壳接地端子。

接口责任：提供线连接端子及紧固件、设备本体、外壳接地端子及紧固件。

6) 温控器与交、直流电源装置的接口：工作电源的配合。

接口责任：温控器电源变电所内交、直流电源装置提供。电源电缆由买方负责。

产品设计阶段：买方负责提出电源制式和容量要求，卖方按要求实施。

设备安装、调试阶段：卖方有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装、调试。

3.4 接地变压器（含接地电阻）

3.4.1 与主变电所综合自动化系统接口

1) 接口

(1) 变压器温控装置端子排。

2) 变压器卖方责任

(1) 开放并提供通信规约，配合主变电所综合自动化供货商编制接口通信软件。

(2) 提供各种事故、预告、温度测量数据。

(3) 提供温控装置样机，配合主变电所综合自动化工厂内软件接口试验。

(4) 提供原理图。

(5) 负责变压器本体至温控装置的接线及附件安装。

3) 主变电所综合自动化卖方责任：

(1) 根据变压器提供的通信规约编制接口软件。

(2) 接收各种事故、预告、温度测量数据。并在主变电所综合自动化变电所内和控制中心显示。

(3) 根据提供的温控装置样机，负责主变电所综合自动化的工厂软件接口试验。

(4) 负责现场接口试验。

3.4.2 与主变电所安装工程的接口

1) 接口

变压器及接地电阻柜施工安装。

2) 变压器（含接地电阻）卖方责任

(1) 提供变压器（含接地电阻）底架、支架及其安装所需紧固件，现场消耗材料、封堵材料等；负责所供设备的安装指导。

(2) 负责所供设备的调试，解决相关设备安装过程中技术问题。

3) 主变电所安装工程承包商责任

(1) 负责设备的安装及相关孔洞封堵。

(2) 负责电缆终端的制作安装，各种线缆的敷设及连接，基础预埋件、电缆沟盖板及支架由安装工程承包商提供。

(3) 负责其它系统设备与变压器（含接地电阻）之间的二次回路电缆、电源电缆及网络通信电缆的敷设和连接。

(4) 变压器（含接地电阻）接地引下线，变压器（含接地电阻）和主接地网以及他们之间的连接由主变电所安装工程承包商负责完成。

(5) 负责设备在现场的相关测试、调试。

(6) 其他与安装有关事宜。

3.4.3 与 35kV 电缆接口

接地变压器与 35kV 电缆的接口：接地变压器高压侧与电缆连接配合，接口分界在高压侧端子与电缆接头处。

1) 接口责任：变压器供货商负责提供连接用紧固件及相应的安装孔；电缆及电缆附件由电缆供货商提供。

2) 产品设计阶段：变压器供货商负责提交有关接口方案及图纸，紧固件及相关的设计。当进线采用下部引入时，变压器供货商负责提供电缆支架；当进线采用上部引入时，变压器供货商根据电缆供货商提供的资料负责电缆连接方式的确定。

3) 设备安装阶段：变压器供货商提供电缆连接紧固件，并有义务配合施工方及相关接口设备商进行安装，给予督导及建议。

4. 技术服务

为了保证本合同设备在现场的安装、试验、调试及技术培训，卖方将派技术人员到现场进行技术服务，直至合同设备最终验收完成。

卖方的技术人员到达和离开的时间将根据工程的实际情况，根据工期的安排，由供电系统集成服务商、买方、卖方共同协商决定。

(1) 卖方技术人员负责合同内设备安装的现场培训、安装督导、调试督导等。

(2) 卖方督导人员应履行合同文件所规定的职责，否则买方有权提出增加或更换卖方

督导人员，以及延长工作期限，直至符合合同规定的要求，引起的一切费用由卖方负责。

(3) 来现场的人员应身体健康，而且对合同设备有相当经验的工程技术人员，人员履历应在来现场 3 个月前提交买方确认。

(4) 卖方安装服务和调试服务要求：卖方应根据设备安装和调试的难易程度，提出设备安装和设备调试督导计划，经供电系统设备集成服务商审核后，报买方确认批准，并要保证设备安装和调试能顺利完成。

(5) 卖方应提出设备运输方案供买方确认。并应考虑工程的特点：即设备将在运输到位后存放一段时间再行开箱检查手续，此间环境条件恶劣，卖方有责任考虑必要的防护措施。

(6) 对买方现场人员进行现场及工厂的培训。

(7) 合同设备第一次受电时，卖方技术服务人员必须到现场。

5. 对卖方具体服务的要求

5.1 服务范围

- (1) 对出厂的投标设备，因设计、工艺、材料等工厂方面的原因造成的质量问题。
- (2) 对出厂的投标设备，因非卖方人为因素或各种自然灾害造成的事故和故障。
- (3) 对用户反馈的有关产品的信息。

5.2 服务期限

- (1) 服务期限为产品的整个正常使用寿命（设计寿命 30 年）
- (2) 产品质量保证期内及潜在缺陷质量保证期。

5.3 服务内容

- (1) 整流变压器、整流器、配电变压器（包括所有设备、元件）质量问题的维修，元件的更换。
- (2) 为用户提供质量问题的分析报告。
- (3) 指导用户培训人员有关维护，操作方面的知识。
- (4) 提供产品投运期间的技术服务。
- (5) 在接到售后服务信息后卖方人员应在第一时间内作出服务响应，用户服务工程师在 2 小时内赶赴现场服务。
- (6) 根据买方要求按时发货。

5.4 免责情况

- (1) 变压器运行时间超出服务期限。

- (2) 变压器为非质量（设计、制造、工艺、材料等）问题造成的损坏。
- (3) 因人为（非供方人员）操作失误造成的产品损坏。
- (4) 不可抗力造成的变压器损坏。

5.5 双方责任

- (1) 买方在设备到达后，应妥善保管设备。
- (2) 买方在产品运行使用期间，应按操作规程和安装使用说明书规定的方法操作。
- (3) 如果设备需要维修，买方应为卖方人员提供食宿方便，生活费用自理。
- (4) 买方有权派人员到卖方厂内检验产品质量，卖方提供方便条件，免费提供检验和了解产品所需的技术资料、图纸和工具等。

5.6 服务费用

(1) 从产品验收合格正式运行之日起的质量保证期（含潜在缺陷质量保证期）内，由于设备因素造成的损坏，均由卖方免费维修、更换，由于人为（非卖方人员）和自然灾害造成的损坏，卖方负责维修更换，收取成本费用。

(2) 产品质量保证期后，卖方负责产品质量和故障问题的处理，按照成本费用收取更换的零部件费用。

六、设备集成服务

1. 概述

1) 为了更好的保证供变电系统各设备的质量及整个系统的整体质量，参照国际惯例，在供变电系统项目中采用集成服务的方式。

2) 由买方招标选定的供电系统设备集成服务商受买方之托对供变电系统的各设备的质量保证、进度、计划、接口、设计联络、设备生产、试验、检验、验收、现场服务、用户培训、技术文件等方面进行全过程管理。卖方必须接受并服从供电系统设备集成服务商在上述各工作及买方授权的其他方面的项目管理。

3) 设备供货合同由买方、供电系统设备集成服务商和卖方共同签订叁方合同。

2. 供电系统设备集成服务商的权力

1) 供电系统设备集成服务商具有项目管理过程中有关单位的组织协调的主持权。

2) 供电系统设备集成服务商有对合同项下设备买方付款的审核权和相应的签字权，供货合同设计变更和合同变更的审查权。

3) 供电系统设备集成服务商拥有对设备使用材料和系统设备质量的检验权，对不符合合同要求和相关标准的材料、元器件有权通知卖方停止生产和更换；不符合检验标准和质量标准的成品和设备有权通知卖方返工和重新生产。

4) 供电系统设备集成服务商有权对供货合同有关进度进行检查、监督。

5) 供电系统设备集成服务商负责审查设备卖方对设备供货合同规定责任义务提出的变更，在项目实施过程中如发现卖方工作不力，可提出更换有关人员的建议。

6) 在项目实施过程中，供电系统设备集成服务商研究和处理设备卖方对买方的任何意见和要求。

3. 卖方的项目管理机构

1) 卖方完成本项目的供货合同需配备专门的项目管理机构和人员负责与供电系统设备集成服务商联络，以便于供电系统设备集成服务商的管理。

2) 卖方的项目管理机构应配备项目负责人和相应的专业技术人员，这些人员负责本合同项下设备的设计联络、质量保证、设备生产、试验、检验、验收、现场服务、用户培训、技术文件等方面的工作，对供电系统设备集成服务商直接负责。

3) 卖方所配备的项目人员必须对合同设备有相当的经验。卖方必须在合同签订2个星期之内，将管理机构的构架和人员配备、资历，交供电系统设备集成服务商和买方审查确认，当供电系统设备集成服务商和买方认为卖方所配人员不合格时，有权提出更换。卖方如欲更换任何人员，应事先征得供电系统设备集成服务商和买方的同意。

4) 卖方的项目管理机构的负责人必须参加供电系统设备集成服务商组织的例会，会前应准备好需要在会议中协调的问题，会后应按照会议的决定开展工作。

4. 项目计划和进度控制

1) 卖方必须根据买方的总工期策划，于合同签订1个月之内，提出卖方总体控制进度，报供电系统设备集成服务商供买方审批，并根据最终审批的项目进度计划和买方及供电系统设备集成服务商的要求严格执行，按期（月、季、年）提交各项计划给供电系统设备集成服务商审查。

2) 为与供电系统设备集成服务商配合，卖方必须在合同签订2个星期之内，明确专门人员负责本合同项下设备和服务的进度管理，其人员资历应事先报供电系统设备集成服务商批准。

3) 供电系统设备集成服务商对卖方的进度进行检查、监督和全过程控制，买方按供电系统设备集成服务商确认的进度，分阶段付款。（具体付款方式见合同商务部分）

4) 卖方月度进度如有任何延迟、提前或可以预见到任何延迟、提前，必须及早书面通知供电系统设备集成服务商。

5) 卖方如需变更进度计划，必须至少提前30个工作日向供电系统设备集成服务商提出书面申请。

5. 对卖方的质量控制

1) 卖方的质量保证

(1) 卖方必须按ISO9001:2000标准的要求，建立运行质量保证体系，保持有效的第三方认证证书，并接受买方和供电系统设备集成服务商的监督和审核。

(2) 卖方必须在供货合同签订后的一个月以内，针对合同制定出相应的质量计划，报供电系统设备集成服务商审批。该计划必须考虑但不局限于以下内容：

- 确定和配备必要的控制手段、过程、设备（包括检验和试验设备）、工艺装备、资源和技能，以达到所要求的质量。
- 确保设计、生产过程、安装、服务、检验和试验程序和有关文件的相容性。
- 必要时，更新质量控制、检验和试验技术，包括研制新的测试制备。
- 确定所有测量能力，包括超出现有水平但在足够时限内能开发的测量能力。
- 确定在产品形成适当阶段的合适的验证。
- 对所有特性和要求，包括含有主观因素的特性和要求，明确接收标准。
- 确定和准备质量记录。

(3) 对卖方所进行的质量控制，并不免除卖方对产品质量和服务质量的责任，卖方必须保证：

所提供货物的正常质量保证期为预验收证书签发日起 24 个月。对在保证期内出现的工程任何一部分的缺陷或损坏卖方应对之承担责任。若部分设备、材料和系统在保证期内需要更换、重新设计、修改或更新，从双方确认的修复完成日开始，这部分设备、材料和系统的保修期按本条款重新算起。任何情况下，保证期最短不得少于 2 年。

如果发现的故障之原因属于材料质量问题，或零部件设计或生产中出现的严重缺陷或者在系统中某类部件之更换或维修次数超过五（5）次，买方有权要求卖方自费更换系统中的全部此类零部件，包括那些仍在维持使用的同类零部件。

2) 供电系统设备集成服务商对卖方的质量进行全过程控制，至少包括如下内容：

- 质量保证标准和内容
- 质量体系的审核
- 产品设计的控制
- 协调接口
- 文件和资料的控制
- 生产过程控制
- 检验和测试的控制
- 搬运、贮存、包装、防护和交付的控制
- 质量记录和控制

3) 供电系统设备集成服务商拥有对设备使用的材料和元器件的检验权，对不符合检验标准和合同要求的材料、元器件，不符合检验标准和质量标准的成品和设备供电系统设备集成服务商有权采取口头警告、书面警告、正式通知停产返工或重新生产直至延迟或拒绝阶段付款申请等措施。设备的生产需经供电系统设备集成服务商的签字确认后方能进行。

4) 卖方必须依据供电系统设备集成服务商编制的《对供货商质量体系各要素的控制细则》和《供货商质量体系审核计划》，提供各种质量报告，准备接受由供电系统设备集成服务商进行的质量体系审核和产品质量的监督。

5) 供电系统设备集成服务商对卖方质量体系的审核，不少于 2 次/年。如在审核中，发现卖方质量体系存在严重不符合项，供电系统设备集成服务商有权视不符合项对履行本合同的影响程度，对卖方采取书面警告、正式通知停产返工或重新生产直至延迟或拒绝阶段付款申请等措施。

6. 投资控制管理

1) 卖方必须严格执行由供电系统设备集成服务商编制的《投资控制管理办法》，接受供电系统设备集成服务商对设备投资的管理，分阶段提交投资计划，报供电系统设备集成服务商审查签字，报买方审批。

2) 买方对卖方的资金拨付，必须首先通过供电系统设备集成服务商签字确认。

7. 图纸文件管理

1) 卖方在本合同项下的文字资料和图纸的识别、编制、审批、传递、存档, 必须严格执行由供电系统集成服务商制定的《文件图纸管理程序》、《文件编制的统一规定》和《统一代码表》, 并接受供电系统集成服务商的监督和审查。

2) 卖方提交买方的图纸和文件必须首先提交给供电系统集成服务商审查, 不符合规定的图纸和文件, 供电系统集成服务商将限期卖方纠正。如因卖方未遵守《文件图纸管理程序》和《文件编制的统一规定》的规定而造成任何工作进度延误, 一切责任由卖方负责。

3) 卖方如果对《文件图纸管理程序》、《文件编制的统一规定》和《统一代码表》有任何不理解或不确定, 必须及时向供电系统集成服务商咨询。如果有必要, 供电系统集成服务商将举办统一的关于文件图纸管理的培训班。

4) 卖方须按买方颁发的信息化管理相关规定配合买方的信息化管理工作, 协助推广和使用买方所提供的信息化系统并按时按质提交项目管理电子文档资料, 作为买方工程验收和合同支付工作的重要参考依据。

5) 买方有权要求对卖方上传的资料和数据进行全面检查和核实, 如有错误和缺失, 卖方需按照管理规定, 在整改通知 1 周内修正和补充相关资料, 否则视为未按照管理规定完成工程、服务和设备交付工作。如卖方不按照买方上述工程管理信息化要求, 进行工程项目资料填报、上传和审核工作, 买方有权视为卖方工作未按合同要求完成工作的情况进行处理, 接到整改通知逾期不予执行的, 买方有权暂停、中止或者取消相关工程、设备和服务的验收和支付。

8. 接口管理

1) 卖方要有专职的接口负责人员与供电系统集成服务商联络、协调。

2) 卖方必须按照供电系统集成服务商制定的《接口协调管理办法》、《接口协调进度计划》、《接口细则》的要求, 与相互接口的设备供货商互提所需基础资料, 并相互确认, 提交供电系统集成服务商。

3) 在产品的设计之前, 卖方必须向供电系统集成服务商提交《接口方案报告》。

4) 卖方必须依据《接口细则》, 按规定进行必要的接口试验, 并接受供电系统集成服务商的审查。

5) 卖方必须按照供电系统集成服务商编制的《接口协调会议计划》, 参加协调会, 并在准备好关接口技术资料。

6) 卖方对接口的修改须经供电系统集成服务商的同意, 并最终通过买方的认可, 方可进行。

- 7) 卖方必须每月向供电系统设备集成服务商提交接口进度总结报告。
- 8) 卖方必须配合供电系统设备集成服务商,完成内部和外部接口的协调。
- 9) 卖方与其他供货商、供电系统设备集成服务商之间的接口文件编制、往来、提交,必须符合《接口协调管理办法》和《图纸文件管理程序》的规定。

9. 设计联络管理

- 1) 卖方必须指定专门的人员接待买方人员和处理有关工作和生活问题。
- 2) 卖方参加设计联络的技术人员必须是在合同设备方面具有多年工作经验的工程师。所有参加联络议的技术人员必须精通技术工作、身体健康。
- 3) 卖方必须按照供电系统设备集成服务商制定的《设计联络进度计划》的要求,提前做好设计联络的准备工作。
- 4) 根据供电系统设备集成服务商的组织,卖方必须参加与买方及其他各方进行的设计联络。
- 5) 具体设计联络要求应满足本用户需求书相关规定。

10. 产品设计管理

- 1) 卖方的设计工作必须严格执行卖方质量体系和质量计划的相关规定,并符合供电系统设备集成服务商编制的《设计验证和确认程序》的要求。
- 2) 卖方必须接受供电系统设备集成服务商对产品设计图纸、文件的审查。经审核后的产品设计图纸、文件,才能用于生产。

11. 产品制造管理

- 1) 接受供电系统设备集成服务商对产品制造进行监督,根据已审批的产品设计图纸文件,按照严格的质保体系进行产品制造。
- 2) 卖方必须在设计联络阶段结束后的两周内,向供电系统设备集成服务商提交本合同设备生产计划、主要工序检验规程、检验和试验计划,供审核批准。
- 3) 根据供电系统设备集成服务商的《接口解决方案》要求,完成本设备的接口任务,并提供技术资料,实现与外部的接口配合。
- 4) 供电系统设备集成服务商有权派员对设备的生产进行监造,卖方必须按照供电系统设备集成服务商编制的《设备监造计划》和《设备监造大纲》,对供电系统设备集成服务商的设备监造全过程进行配合。
- 5) 设备监造见证点
 - (1) 设备监造参照标准 DL/T586-2008《电力设备监造技术导则》。
 - (2) 设备监造方式分为停工待检(H点)、现场见证(W点)、文件见证(R点)三种。

停工待检项目必须有项目管理人员参加，现场检验并签证后，才能转入下道工序。现场见证项目应有项目管理人员在场。文字见证项目由项目管理人员查阅制造厂的检验、试验纪录。

(3) 本合同对卖方设备监造的见证点为：

A. 整流变压器和配电变压器、接地变压器（含接地电阻）：

a. 对于原材料

- 硅钢片 R 点
- 导线 R 点
- 环氧树脂 R 点
- 铜排 R 点
- 散热器 R 点

b. 生产过程

- 铁心叠片 W 点
- 线圈绕制 W 点
- 浇注 W 点
- 总装配 W 点
- 整机装配 W 点

c. 整机试验

- 整流机组联调试验 W 点
- 出厂试验 W 点
- 特殊试验 R 点
- 型式试验 R 点

d. 空载损耗及负载损耗测量

- 空载损耗 W 点
- 负载损耗 W 点

B. 整流器：

a. 对于原材料及零部件

- 二极管硅单晶片 R 点
- 快速熔断器 R 点
- 电流互感器 R 点
- 铜排 R 点
- 散热器 R 点

b. 生产过程

- 二极管封装工艺 W 点
- 二极管检测试验 W 点

- 整机装配 W 点

c. 整机试验

- 二极管抽样试验 W 点
- 出厂试验 W 点

(4) 卖方应向供电系统设备集成服务商提供生产进度计划及质量检验计划。在预定见证日以前 (H 点 20 天, W 点 15 天) 通知供电系统设备集成服务商。

(5) 供电系统设备集成服务商接到质量见证通知后, 应及时派员参加现场见证, 如供电系统设备集成服务商人员不能按期参加, W 点自动转为 R 点。

(6) 如卖方未按规定提前通知供电系统设备集成服务商, 致使其人员不能参加现场见证, 供电系统设备集成服务商有权要求重新见证。

12. 检验和试验管理

1) 供电系统设备集成服务商对卖方各阶段试验过程进行全过程管理, 对试验结果进行评估。

2) 卖方必须遵照执行供电系统设备集成服务商编制的《检验和试验进度计划》和《检验和试验管理办法》, 按照合同“技术规格书”、买方批准的《特殊试验大纲》、质量体系和质量计划的要求, 进行型式试验、进货检验和试验、生产过程检验和试验、出厂检验和试验, 随时接受供电系统设备集成服务商的检查。

3) 卖方不得以任何借口减少检验和试验项目和内容, 试验验收后, 并不减轻或减少卖方对设备所负的责任。

13. 不合格品的控制

1) 卖方必须严格执行其关于不合格品控制的形成文件的程序, 以防止不合格品的非预期使用或安装, 应控制不合格品的标识、记录、评价、隔离和处置。

2) 卖方必须规定对不合格品进行评审的职责和处置的权限, 按照形成文件的程序评审不合格品, 并进行相应适当的处置。

3) 如果卖方要使用或返修不符合规定要求的产品, 必须向供电系统设备集成服务商提出让步申请。经同意后, 卖方应记录不合格或返修情况, 报供电系统设备集成服务商审核。

4) 对于返修和/或返工后的产品, 卖方必须按质量计划和形成文件的程序重新检验, 并保留相关记录。

5) 如果供电系统设备集成服务商在任何情况下, 发现卖方有任何不合格产品未按上述条款办理, 供电系统设备集成服务商将视此为卖方质量体系的严重不符合项。

14. 设备的包装、运输和贮存管理

1) 卖方必须根据项目总工期的要求和供电系统集成服务商编制的《设备供货、运输、仓储进度计划》，遵照供电系统集成服务商制定的《设备材料包装、发运、装卸和仓储规定》，负责组织设备到达指定地点，并接受供电系统集成服务商的管理。

2) 最迟在《供货计划》指定的首批货物到货日期之前三个月，卖方必须制定《设备包装和运输标准》和《设备运输方案》，并根据自己设备的特点提出应具备的《设备仓储条件》，递交供电系统集成服务商审查。

3) 卖方必须参加供电系统集成服务商组织的设备到货检查工作，按照《设备开箱检验管理办法》进行设备开箱检查，对发现的不符合条件的设备，必须及时采取补救措施。如果卖方未能按期到场，则买方和供电系统集成服务商有权自行开箱检验。

15. 现场服务管理

1) 安装

(1) 卖方必须按照供电系统集成服务商编制的《设备安装、调试、试验进度计划》和《安装质量控制程序》，组织专业人员监督、指导现场设备的安装。

(2) 卖方必须参加供电系统集成服务商组织的现场安装配合，接受供电系统集成服务商的监督。

2) 现场调试

(1) 卖方必须在供电系统集成服务商的组织和监督下，按期进行现场调试配合。

(2) 卖方必须负责确认现场试验的方法和结果。

3) 供电系统联调

卖方必须配合由供电系统集成服务商组织的供电系统联调，负责解决本供货范围设备可能出现的问题。

4) 验收

(1) 卖方必须按《设备安装、调试、试验进度计划》，参加由供电系统集成服务商组织的各项验收活动。

(2) 卖方必须接受供电系统集成服务商的督促和管理，对验收中出现的设备问题，按要求提出整改方案和计划并实施。

16. 技术服务

1) 为了保证本合同设备在现场的安装、试验、调试及技术培训，卖方应按照供电系统集成服务商的要求，派出具有良好资历的督导人员，卖方负责提供范围内全部设备的安装、试验及调试的督导，督导人员数量应完全满足工程需要。

2) 卖方必须派技术人员到现场进行技术服务，保证本合同设备在现场的安装、试验、调试及技术培训，直至合同设备最终验收完成。

3) 卖方的技术人员到达和离开的时间将根据工程的实际情况, 根据工期的安排, 由供电系统设备集成服务商、买方、卖方共同协商决定。

4) 技术服务要求:

(1) 卖方技术人员负责合同内设备安装的现场培训、安装督导、调试督导等。

(2) 卖方督导人员必须履行合同文件所规定的职责, 否则买方有权提出增加或更换卖方督导人员, 以及延长工作期限, 直至符合合同规定的要求, 引起的一切费用由卖方负责。

(3) 到现场的人员必须身体健康, 而且对合同设备有相当经验的工程技术人员, 人员履历必须在来现场 3 个月前提交买方确认。

(4) 卖方安装服务和调试服务要求: 卖方必须根据设备安装和调试的难易程度, 提出设备安装和设备调试督导计划, 经供电系统设备集成服务商审核后, 报买方确认批准, 并要保证设备安装和调试能顺利完成。

5) 卖方对买方现场人员的培训, 包括但不限于:

(1) 设备安装要求

(2) 工具和材料介绍

(3) 安装手册解释

(4) 基本材料应用示范

(5) 安装示范

(6) 图纸交底

6) 卖方保证买方参训人员经卖方督导人员培训结束后必须具有以下技能:

(1) 掌握安装方法、了解说明书内容、使用各种工具和材料。

(2) 根据设备说明书, 在督导人员指导下进行正确安装、使用。

7) 合同设备受电时, 卖方技术和督导、调试人员必须在现场。

8) 合同设备的安装督导时间是按卖方人员连续进行安装合同设备无中断进行计算, 根据双方确认的合同设备图纸, 督导人员将向买方人员说明安装方法, 合同设备安装连接和其他有关工作。

9) 在质保期内, 卖方售后服务人员负责合同内设备的安装指导、调试指导以及对买方现场人员的培训, 并配合合同设备的现场交接验收。通过现场培训, 参训人员掌握正确的安装调试方法, 在售后服务人员指导下进行正确作业。

10) 卖方售后服务人员到达和离开现场的时间原则上按合同要求执行, 如果工程的实际情况、工期安排发生变化, 将由供电系统设备集成服务商、卖方共同协商进行调整。若遇重大突发事件需紧急服务, 卖方在有航班的情况下, 于 12 小时内抵达现场。

17. 培训

1) 卖方在开始培训前一个月, 必须向供电系统设备集成服务商提出培训建议书, 包括

但不限于：

- (1) 培训的课程，包括理论课/实践课；
- (2) 培训的目标；
- (3) 培训开始时间/结束时间；
- (4) 使用的培训设施；
- (5) 培训的材料和文件；
- (6) 受训人员的要求；
- (7) 培训地点；
- (8) 授课人员的姓名及职称；
- (9) 课程效果的评估方法。

2) 卖方所有的技术培训均必须服从供电系统集成服务商总的《培训计划》和《培训管理办法》以及本需求书相关培训章节的要求。

3) 卖方必须对买方的维修、操作和工程设计人员进行合同设备的操作使用方面的技术培训，通过培训，使接受培训的人员能基本了解合同内设备的基本结构、性能、并掌握设备的操作、使用和维护保养的方法。

4) 因卖方的原因导致技术培训不能按期完成，买方有权要求卖方重新进行培训，所有费用应有卖方承担。

5) 在培训实施 30 天前，卖方必须提交培训材料给供电系统集成管理商和买方确认，包括安装手册、操作手册、维护手册、培训手册。所有培训用材料应易拷贝，音像制品应能拷贝复制，文件应提供用:Microsoft Office2003 for Windows（或以上版本）的形式，提交一份光盘。图形、电路图和机械图也应提供合适平台上的软件光盘。（如 AutoCAD2004 for Windows）

6) 在买方所在地进行的培训，卖方必须提前一个月通知买方授课时所需的常用教学设施。

7) 在非买方所在地进行的培训，所有教学设施由卖方负责。

8) 在每门课程结束后，卖方必须进行考核，对合格的受训人员发放合格证书。

18. 向卖方索赔的管理

1) 卖方必须遵照执行供电系统集成服务商编制的《对供货商误期索赔管理办法》及本需求书相关章节的有关赔偿规定。

2) 如果卖方没有按照买方和供电系统集成服务商书面规定的时间交货或提供服务，应在不影响合同项下的其他补救措施的情况下，从合同价中扣除误期赔偿费，每延误一周的赔偿费按迟交货物交货价或未提供服务的相关费用的百分比（%）计收，直至交货或提供服务为止。一旦达到误期赔偿费的最高限额，买方有权根据通用条款的相关规定终止合同。

19. BIM 技术要求

卖方应服从集成服务商的统一管理，并配合 BIM 咨询单位的 BIM 技术应用工作，其内容包括但不限于：提供卖方供货范围内的设备及材料的 BIM 模型族库，配合 BIM 咨询单位的三维设计模型深化与细化作业，配合施工承包商的 BIM 施工模型建模。

20. 集成服务细则的构成

集成服务细则的构成见下表，卖方必须按表中的要求提交相应材料。

项目管理细则的构成及卖方应事前提交的材料明细表

	序号	项目管理细则的内容	应事前提交的材料	完成期限
1. 质量控制	1.1	质量计划		
	1.2	对供货商质量体系各要素的控制细则	卖方质量计划	本合同签订 1 个月内
	1.3	供货商质量体系审核计划	卖方年度内审计划、管理评审计划、第三方审核计划	本合同签订 1 个月内
	1.4	质量体系审核程序		
2. 进度控制	2.1	项目总体执行计划	卖方总体控制进度表	合同签订后 1 个月内
	2.2	项目月进度计划	卖方月进度计划	比计划月提前 15 天
	2.3	项目季进度计划	卖方季进度计划	比计划季度开始提前 20 天
	2.4	项目年进度计划	卖方年进度计划	比计划年度开始提前 30 天
	2.5	投资控制管理办法	卖方资金使用方案	本合同签订后 1 个月内
	2.6	对供货商误期索赔管理办法		
3. 文件控制	3.1	文件图纸管理程序		
	3.2	文件编制的统一规定	卖方文件格式建议	
	3.3	统一代码表		
4. 接口控制	4.1	接口协调进度计划	卖方项目机构的构架、地址、任职人员及资历、联系方法等	本合同签订后 1 个月内
	4.2	接口协调管理办法		
	4.3	接口协调会议计划	卖方月度接口进度报告	上月后的第一个星期一
	4.4	接口细则	接口方案报告、接口要求及接口记录表	在产品设计之前
	4.5	接口解决方案	卖方接口进度总结报告	卖方接口工作
5. 设计控制	5.1	设计联络进度计划		
	5.2	设计验证和确认程序	卖方的设计控制规定	本合同签订后一个月内 本阶段结束后第一个星期一
	5.3	图纸、文件提交进度计划	卖方图纸文件提交进度建议	本合同签订后一个月内

	序号	项目管理细则的内容	应事前提交的材料	完成期限
6.生产过程控制	6.1	设备生产进度计划	卖方合同设备生产计划 上阶段卖方质量报告及质量记录	设计联络后两周内 上阶段结束后第一个星期一
	6.2	生产过程管理办法	卖方合同设备主要合格分供方的资格审查报告 卖方的生产控制相关规定（生产设备、环境、工序和装配方法） 卖方设备制造的关键工序控制方法 卖方不合格产品的管理规定	最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络结束前 30 天
	6.3	设备监造计划	卖方合同设备监造计划建议 卖方主要工序检验规程、检验和试验计划	最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络后两周内
	6.4	设备监造大纲	监造大纲建议	最后一次设计联络后两周内
7.检验和试验	7.1	检验和试验进度计划	卖方进货检验和试验计划方案 卖方生产过程检验和试验计划方案 卖方出厂检验和试验计划方案 特殊试验大纲	最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络结束前 30 天 试验前 1 个月
	7.2	检验和试验管理办法	卖方进货检验和试验、过程检验和试验、出厂检验和试验规程 对应以上检验和试验的主要检验和试验设备清单 对应以上检验和试验的主要检验和试验设备的管理规程	最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络结束前 30 天 最后一次设计联络结束前 30 天
8.供货运输仓储	8.1	设备供货、运输、仓储进度计划	上阶段卖方质量报告及质量记录	上阶段结束后第一个星期一
	8.2	设备材料包装、发运、装卸和仓储规定	卖方设备包装和运输标准 运输方案 卖方设备运输计划建议 卖方设备仓储条件	首批货物到达前 3 个月 首批货物到达前 3 个月 首批货物到达前 3 个月 首批货物到达前 3 个月
	8.3	设备开箱检验管理办法		
9.安装调试验收	9.1	设备安装、调试、试验进度计划	上阶段卖方质量报告及质量记录	上阶段结束后第一个星期一
	9.2	安装质量控制程序		
	9.3	系统调试和验收控制程序		
10.培训	10.1	培训计划	培训建议书 培训手册、安装手册、操作手册、维护手册	培训实施 30 天前
	10.2	培训管理办法		

七、试验、检验及验收

1. 试验

1.1 试验的基本要求

(1) 设备应进行型式试验、出厂试验及现场试验。变压器各类试验均应根据 GB/T1094、JB/T501、IEC60076、IEC60726、IEC60146 等相应规定、方法进行。整流器各类试验均应根据 GB3859、GB4939-85A、IEC60146 等相应规定、方法进行。设备生产完毕后必须进行试验，并提供完整、有效的型式试验报告和出厂试验报告及试验合格的验收报告。

(2) 卖方在出厂试验，抽样试验，现场试验前 3 月根据国标和 IEC 标准，向供电系统设备集成服务商提供试验规格书(项目、标准、方法、允许误差)，经供电系统设备集成服务商审核后，报买方检查、批准。

(3) 所有设备整机及其主要部件的试验，应按合同“技术规格书”和买方批准的试验规格书进行型式试验、出厂试验、现场试验。卖方不得以任何借口减少试验项目和内容，试验验收后，并不减轻或减少卖方对设备所负的责任。

(4) 试验时如果买方人员不能按时到场，在得到供电系统设备集成服务商和买方的许可后方可单独进行试验。

(5) 所有试验结果需经供电系统设备集成服务商的审核后，报买方确认批准。

(6) 如果买方认为某项试验的条件、内容、程序、测量、记录和报告格式等任意一项不符合合同“技术规格书”或试验规格书的要求，买方有权拒绝接受试验报告并要求重做该项试验。

(7) 买方有权派人员到卖方的工厂、试验场地及试验室对设备整机及其主要部件的制造、组装、试验和调试等生产过程进行抽查。

(8) 买方提出的关系到设备质量的问题，必须在 1 周内给予答复。

1.2 整流变压器

1.2.1 整流变压器的型式试验和特殊试验

投标人在投标中应提供与本技术要求一致的整流变压器的有效的型式试验报告和特殊试验报告，试验内容如下：

1) 型式试验

(1) 雷电冲击试验

(2) 温升试验（含过载温升试验）

2) 特殊试验

- (1) 声级试验
- (2) 短路试验
- (3) 换相电抗测量试验
- (4) 气候试验
- (5) 环境试验
- (6) 燃烧性能试验

在设备供货前，买方有权要求对用于本工程的某一指定型号整流变压器进行型式试验，卖方应执行并提供国家权威机构出具的有效试验报告。

3) 温控器试验

- (1) 功能试验
- (2) 功率消耗
- (3) 绝缘性能试验
- (4) 高低温试验
- (5) 温度贮存试验
- (6) 电磁兼容 EMC 试验
- (7) 湿热试验
- (8) 机械振动试验
- (9) 连续冲击试验
- (10) 温度传感器与温控器单元整体误差试验

1.2.2 出厂试验

- (1) 绕组对地绝缘电阻测量
- (2) 绕组电阻测量
- (3) 所有抽头的电压比测量和联结组标号检定
- (4) 电压向量关系测量
- (5) 短路阻抗及负载损耗测量
- (6) 空载损耗及空载电流测量
- (7) 外施耐压试验
- (8) 感应耐压试验
- (9) 局部放电测量
- (10) 温控器功能试验

1.2.3 整流变压器和整流器联调试验

整流变压器和整流器应作为一个整体进行系统设计，使整流机组的参数达到技术要求。

整流变压器和整流器联调试验，包括电流、电压外特性试验、噪声试验、机组效率试验、重牵引负载Ⅵ级负载能力试验、谐波试验、功率因数试验等。投标文件中应提出联调试验的内容和方法。

生产厂家应对本工程的整流机组做联调试验，各规格整流机组（等效 24 脉波）均做一套。联调试验内容如下：

- （1）功能试验（轻载试验）
- （2）负载试验
- （3）功率损耗（效率）测定
- （4）功率因数测定
- （5）固有电压调整值测量
- （6）过电压试验
- （7）稳定性能的试验
- （8）交流侧谐波电流及直流侧纹波电压测量

1.2.4 现场试验

1) 现场试验由施工单位执行。卖方在供电系统设备集成服务商的组织下，按照买方的总工期、试验计划和现场试验规格书的要求提供技术支持。

2) 试验验收报告由供电系统设备集成服务商有关人员、卖方督导人员和施工单位签字。

3) 卖方有责任协助施工单位解决试验中发生的技术问题。

4) 现场试验包括以下内容：

- （1）绕组直流电阻测定试验
- （2）电压比测量及电压矢量关系的校定
- （3）测定绝缘电阻
- （4）外施耐压试验
- （5）额定电压下的冲击合闸试验
- （6）温控器功能测试

厂家可对现场试验的项目和内容在投标书中提出建议，由买方确认。

1.3 整流器

1.3.1 整流器型式试验

1) 整流器型式试验

投标商应提供所投标的设备及其主要零部件有效的型式试验报告，试验内容如下：

- （1）外观检验
- （2）辅助装置检查

- (3) 绝缘试验
- (4) 保护装置检查
- (5) 轻载和功能试验
- (6) 过电流试验
- (7) 温升试验
- (8) 功率损耗测定
- (9) 额定电流试验

2) 整流器出厂试验

- (1) 外观检验
- (2) 绝缘试验
- (3) 轻载和功能试验
- (4) 辅助装置检查
- (5) 保护装置检查
- (6) 输出电压测量

1.3.2 二极管试验

1) 型式试验

- (1) 正向峰值电压 VFM
- (2) 反向重复峰值电流 IRRM
- (3) 温度变化继之密封
- (4) 正向浪涌电流 (IFSM)
- (5) 结壳热阻 R_{jc}
- (6) 热循环负载试验
- (7) 冲击

2) 出厂试验

- (1) 正向特性
- (2) 反向特性
- (3) 反向重复峰值电压

3) 抽样试验

每批二极管应进行抽样试验，试验内容与型式试验相同，抽样二极管数量为 5 个/批，如抽样样品中有任意 1 个二极管不合格，则此批次二极管需重新进行出厂试验。抽样试验后的二极管不能再用于本工程的设备中。

- (1) 正向浪涌电流
- (2) 正向特性

- (3) 反向特性
- (4) 反向重复峰值电压
- (5) 反向恢复电荷
- (6) 热阻及瞬态热阻抗
- (7) 热循环试验
- (8) 负载试验
- (9) 机械试验

1.3.3 采集装置

- 1) 功能试验
- 2) 抗干扰试验（提供试验报告）
 - (1) 高频干扰试验（III 级）
 - (2) 工频磁场抗干扰试验（III 级）
 - (3) 静电放电抗扰度试验（III 级）
 - (4) 辐射电磁的抗扰度试验（III 级）
 - (5) 冲击（浪涌）抗扰度试验（III 级）
 - (6) 工频磁场的抗扰度试验（III 级）

1.3.4 联调试验

见整流变压器试验相关部分。

1.3.5 现场试验

1) 现场试验由施工单位执行。卖方在供电系统设备集成管理商的组织下，按照买方的总工期、试验计划和现场试验规格书的要求提供技术支持。

2) 试验验收报告由供电系统设备集成管理商有关人员、卖方督导人员和施工单位签字。

3) 卖方有责任协助施工单位解决试验中发生的技术问题。

4) 厂家对现场试验的项目和内容应在投标书中提出建议，由买方确认最终现场试验条款。

现场试验包括（不限于）以下试验内容：

- (1) 外观检查
- (2) 绝缘试验
- (3) 二极管检查
- (4) 熔丝检查
- (5) 整流器数据采集装置调试

- (6) 整流变压器温度保护装置调试
- (7) 整流机组联调试验（功能调试）

1.4 配电变压器

1.4.1 型式试验

投标人投标时应提供近 5 年内的设备容量为 1250kVA 或以上任何一种 35/0.4kV 配电变压器的型式试验报告。若实际供货的部分配电变压器容量等级大于投标时所提供型式试验报告对应的配电变压器容量等级，则投标人应当在出厂验收前重新提交供货要求对应的最大容量或以上等级的国家权威机构出具的有效型式试验报告。

1) 变压器

- (1) 温升试验
- (2) 雷电冲击试验
- (3) 局部放电测量
- (4) 声级测定
- (5) 短路承受能力试验
- (6) 环境试验
- (7) 气候试验
- (8) 燃烧性能试验

2) 温控器

- (1) 功能试验
- (2) 功率消耗
- (3) 绝缘性能试验
- (4) 高低温试验
- (5) 温度贮存试验
- (6) 抗干扰试验
- (7) 湿热试验
- (8) 机械振动试验
- (9) 连续冲击试验
- (10) 温度传感器与温控器单元整体误差试验

1.4.2 出厂试验

1) 变压器

- (1) 绕组电阻测量
- (2) 电压比测量和联结组标号检定

- (3) 阻抗电压、短路阻抗及负载损耗的测量
 - (4) 空载电流和空载损耗测量
 - (5) 绕组对地及绕组间直流绝缘电阻测量
 - (6) 绝缘例行试验
 - (7) 外施耐压试验
 - (8) 感应耐压试验
 - (9) 局部放电量测量
- 2) 温控器
功能试验

1.4.3 现场试验

1) 现场试验由施工单位执行。卖方在供电系统工程总承包商的组织下，按照买方的总工期、试验计划和现场试验规格书的要求提供技术支持。

2) 试验验收报告由供电系统工程总承包商有关人员、卖方督导人员和施工单位签字。

3) 卖方有责任协助施工单位解决试验中发生的技术问题。

4) 卖方应提供现场试验大纲，供买方参考。现场试验应包括但不限于以下内容：

- (1) 绕组直流电阻测定试验
- (2) 电压比测量和联结组标号检定
- (3) 测定绝缘电阻
- (4) 外施耐压试验
- (5) 额定电压下的冲击合闸试验
- (6) 温控器功能测试
- (7) 电磁锁功能测试

卖方可对现场试验的项目和内容在投标书中提出建议，由买方确认。卖方应提供所有试验项目的标准、允许误差，不低于 GB1094.1-2013 和 GB/T3859.1-2013 的要求。

1.5 接地变压器（含接地电阻）

1.5.1 接地变压器

1.5.1.1 型式试验

- (1) 雷电冲击试验
- (2) 温升试验

1.5.1.2 特殊试验

- (1) 声级测试
- (2) 短路试验

(3) 局部放电试验

1.5.1.3 出厂试验

- (1) 绕组电阻测量
- (2) 零序阻抗测量
- (3) 空载损耗和空载电流测量
- (4) 绝缘特性(绝缘电阻、吸收比、介损)及一分钟 1min 工频耐压及感应耐压试验
- (5) 当接地变压器附有二次绕组时, 应进行电压比测定, 核对电压向量关系
- (6) 阻抗电压、短路阻抗和短路损耗测量。
- (7) 局部放电试验
- (8) 声级测定

1.5.1.4 现场试验

(1) 现场试验由施工单位执行。卖方在监理的组织下, 按照买方的总工期、试验计划和现场试验规格书的要求提供技术支持。卖方应提供现场试验大纲供买方参考, 并提供所有试验项目的标准、允许误差。

(2) 试验验收报告由监理方有关人员、卖方督导人员和施工单位签字。

(3) 卖方有责任协助施工单位解决试验中发生的技术问题。

(4) 现场试验包括以下内容

- 绕组直流电阻测定试验
- 电压比测量及电压矢量关系的校定
- 测定绝缘电阻
- 外施耐压试验
- 额定电压下的冲击合闸试验

厂家可对现场试验的项目和内容在投标书中提出建议, 由买方确认。

试验项目的标准、允许误差按 GB1094.1-2013 和 GB/T3859.1-2013 执行。

1.5.2 接地电阻柜

1.5.2.1 型式试验项目

- (1) 温升试验
- (2) 短路能力试验

1.5.2.2 出厂试验项目

- (1) 直流电阻测量
- (2) 对地绝缘电阻测量
- (3) 一分钟 1min 工频耐压试验
- (4) 电阻器短接及投入操作试验

2. 检验

2.1 出厂检验

1) 买方根据合同规定赴卖方工厂进行合同货物的检验，卖方应予以配合，检查内容包括，但不限于此：

- (1) 原材料、器材的检验；
- (2) 制造过程的检验；
- (3) 出厂检验；

(4) 出厂检验，由业主指定的具有检测资质的第三方带检测设备到现场进行变压器空载损耗和负载损耗抽检。

2) 买方根据以下图纸和文件资料进行检查与验收：

- (1) 设备基本技术条件；
- (2) “技术规格书”中规定的技术要求和技术标准；
- (3) 设计联络中双方确定引用的技术标准；
- (4) 设计联络中双方确认的图纸，资料，技术文件；
- (5) 在执行合同过程中已经双方确认更改的部分；
- (6) 其他一些经双方签字确认的备忘录。

3) 卖方提供的设备和主要部件（包括国外厂家提供的）均需提供产品合格证和出厂试验报告

2.2 现场检验

1) 现场检验为设备到仓库的开箱检查，检查内容包括但不限于此：

- (1) 按照合同供货范围的设备数量，进行检查；
- (2) 设备外观；
- (3) 附件。

2) 除非另行商定，开箱检验应在到达后的 3 个月内进行。具体日期双方商议确定。

3) 开箱检验由买方，供电系统集成管理商，卖方、施工单位共同参加，并由施工单位记录，最后各方在开箱报告上签字确认。

4) 开箱检查时如果买方人员不能按时到场，供电系统集成管理商和卖方可单独进行检查，但应提供完整的检查记录，卖方认可。

5) 货物清点的工作由施工单位负责。

6) 若开箱检验中发现有诸如数量、型号和品种与附件“技术规格书”和附件“供货范围”不符，或合同设备材料和包装外观损坏，卖方应更换或补齐。

3. 验收

验收分出厂验收和现场验收。

3.1 出厂验收

1) 招投标双方在招标人的组织下赴投标人工厂对设备进行出厂验收，并根据需要邀请设计及有关单位人员参加。

2) 每批供货出厂设备中抽检比例不小于 10%，抽检内容按出厂试验项目执行。

3) 投标人提供的设备和主要部件（包括国外厂家提供的）均需提供产品合格证和出厂试验报告

4) 出厂验收的具体内容招投标双方在设计联络中商定，但至少应包括下列内容：

- 图纸检查
- 出厂电气试验
- 联调试验（如有）

5) 招标人参加出厂验收工作只是招标人对投标人执行本合同内容的检查，并不能由此免除投标人对产品质量等一切在合同中规定的投标人的责任。

6) 招标人有权根据实际情况，合并安排出厂验收次数和内容。

7) 在实际工作中，如果某次出厂验收由于投标人原因造成工作安排失误或产品质量达不到要求，招标人有权要求投标人重新进行出厂验收，由此而增加的招投标双方的费用由投标人承担。

3.2 现场验收

1) 安装验收：当设备及其附件安装完毕后进行安装验收。

2) 调试验收：当设备及其附件安装调试完毕后进行调试验收。

3) 预验收：由买方组织对设备进行验收，并带电成功运行三个月，经买方确认，买方、供电系统集成服务商、卖方三方签字，买方向卖方发放预验收证书。

4) 最终验收：设备在经过质保期（2 年）的运行后 45 天内，经招标人确认，招标人、投标人、供电系统设备集成管理商三方签字，招标人向投标人发放最终验收证书。

5) 投标方项目负责人必须参加预验收和最终验收。

4. 索赔和赔偿

1) 所有合同设备的材料或器件必须是全新的、未曾使用过的。

2) 在上述试验中，如果系统功能不满足合同规定的技术要求，卖方必须在买方规定的时间内进行解决，由此引起的一切费用由卖方承担。

3) 在出厂和现场试验期, 对连续出现三次以上或两次固定性故障的设备应视为不合格产品, 由卖方免费更换, 由此引起的一切费用由卖方承担, 并对该类产品处以该部分合同总值 5% 的罚款。

4) 在本合同设备安装、现场试验期间。如果卖方提供的设备材料有缺陷, 或由于卖方技术人员的指导错误或 / 和卖方提供的技术资料、图纸和说明书的错误造成设备、材料的损坏, 卖方应在 24 小时内予以答复并立即无偿换货并负担由此产生的到安装现场的换货费用和 risk, 换货时间不迟于责任产生之日起半个月或不迟于双方同意的另一时间。

5) 保证期内设备的损坏和故障由卖方维修和排除, 买方将积极予以配合。

6) 在保证期间, 如发现卖方提供的设备、材料有缺陷或 / 和不符合合同规定时, 如属卖方责任, 则买方有权向卖方提出索赔。卖方接到买方索赔证书后, 卖方应在 72 小时内予以答复并立即无偿更换并负担由此而产生的到安装现场的风险和运费。如卖方对索赔有异议时, 应在接到索赔证书后两周内提出复试, 双方另行协商。卖方换货的期限, 应不迟于卖方收到买方索赔证书后两个月或双方协商同意的另一个时间, 如属微小缺陷, 可由买方自行消除, 但由此引起的合理费用由卖方负担。

7) 在保证期内, 故障的设备或材料需要更换或修理, 在修理期间可使用属于买方的备件。在保证期内使用这种方法, 买方应提前三十天将货物故障细节通知卖方, 卖方将全面考虑这些细节并和买方协商。或安排修理或要求买方将故障的货物退回卖方工厂, 其费用由卖方负担。然后由卖方安排并自付费用将修理好的货物或替换件运往买方, 补充买方的备件。

8) 若卖方的技术服务人员不能及时到位, 从而引起工程进度的延缓及由此引起的任何损失, 应由卖方负责赔偿。

9) 对不合格产品的惩罚

买方根据合同规定在变压器出厂前, 由集成服务上报并经买方审批同意的具有检测资质的第三方带检测设备到工厂进行变压器空载损耗和负载损耗抽检, 并出具检测报告, 抽检原则为 35kV/1.18kV 干式整流变压器、35kV/0.4kV 干式配电变压器每种型号随机抽检 1 台。卖方在总价报价时不用考虑此第三方检测的相关费用 (合格的前提下), 但卖方应无条件配合买方的检测工作。

● 惩罚办法如下:

(1) 当买方抽检的某型号变压器空载损耗或负载损耗的测量值不高于合同值 (即卖方投标值) 时, 认定该型号整体合格, 准予出厂。

(2) 当买方抽检的某型号变压器空载损耗或负载损耗的测量值高于合同值 (即卖方投标值) 时, 买方将质疑该型号全部产品的合格性, 采取该型号全部抽检的方式; 卖方须无条件承担该型号其余产品所有检测费用, 否则买方将视该型号产品为不合格产品并拒收。

(3) 卖方配合买方完成检测后, 按检损耗标准和赔偿标准执行, 罚款将在合同总价中予以扣除。

● 损耗标准和赔偿标准如下：

当每台变压器空载损耗或负载损耗的测量值高于合同值（即卖方投标值）时，卖方须向买方支付违约金，计算如下：

(1) 空载损耗

当 $0 < \frac{P0'-P0}{P0} \leq 5\%$ 时， $F0=(P0' - P0)*2*A$ ，即超出部分的损耗，卖方按 2 倍 A 系数

向买方支付违约金；

当 $5\% < \frac{P0'-P0}{P0} \leq 15\%$ 时， $F0=(P0' - P0) *3*A$ ，即超出部分的损耗，卖方按 3 倍 A

系数向买方支付违约金；

当 $\frac{P0'-P0}{P0} > 15\%$ 时，该变压器被视为不合格产品，买方拒收，卖方应立即重新生产

合格产品并通过第三方检测，如影响工期，将赔偿买方的直接和间接损失。

其中，

A：单位空载损耗的等效初始费用，单位：元/瓦；本系数是指在整个变压器经济使用期内，每瓦空载损耗所引起的费用总支出的贴现值。经过对本工程负载特性的研究，本合同采用的 A 为：整流变压器和配电变压器 A：88.44 元/W；

P0：厂家投标所报变压器空载损耗（W）；

P0'：由买方指定具有检测资质的第三方实测变压器空载损耗（W）；

F0：对实测空载损耗高于厂家投标值部分的罚款（元）。

(2) 负载损耗

当 $0 < \frac{Pk'-Pk}{Pk} \leq 5\%$ 时， $Fk=(Pk' - Pk)*2B$ ，即超出部分的损耗，卖方按 2 倍 B 系数

向买方支付违约金；

当 $5\% < \frac{Pk'-Pk}{Pk} \leq 10\%$ 时，则 $Fk=(Pk' - Pk) *3B$ ，即超出部分的损耗，卖方按 3 倍 B

系数向买方支付违约金；

当 $\frac{Pk'-Pk}{Pk} > 10\%$ 时，该变压器被视为不合格产品，买方拒收，卖方应立即重新生产合

格产品并通过第三方检测（费用由卖方承担），如影响工期，将赔偿买方的直接和间接损失。

其中，

B：单位负载损耗的等效初始费用，单位：元/瓦；本系数是指在整个变压器经济使用期内，每瓦负载损耗所引起的费用总支出的贴现值。经过对本工程负载特性的研究，本合同采用的 B 为：整流变压器 B：11.78 元/W；配电变压器 B：12.47 元/W。

P_k ：厂家投标所报变压器负载损耗（W）；

P_k' ：由买方指定具有检测资质的第三方实测变压器负载损耗（W）；

Fk ：对实测负载损耗高于厂家投标值部分的罚款（元）。

八、设计联络

1) 概述

在合同设备的设计过程中，根据设计进程和时间表的要求，买方将派员进行设计联络。卖方应派有经验的技术人员积极配合。参加设计联络的买方人员的费用由卖方支付。设计联络的次数一般为 3 次。

2) 买方派出人员有权向卖方提出质疑并召开会议讨论有关事项，卖方应澄清买方提出的问题。

3) 卖方应指定专门的人员接买方人员和处理有关工作和生活问题。

4) 卖方参加设计联络的技术人员必须是在合同设备方面具有多年工作经验的工程师。所有参加联络会议的技术人员必须精通技术工作、身体健康。

5) 设计联络会议：设计联络会议的目的、内容、时间、地点最终将在合同谈判时确定。

6) 设计联络会议的次数为三次：

(1) 第一次联络会议：双方互提基础资料，确认系统和设备功能和技术参数。

(2) 第二次联络会议：买方审核卖方技术规格书，讨论确定技术方案、讨论澄清接口问题。

(3) 第三次联络会议：买方确认卖方技术文件，进一步澄清接口，讨论设备试验和出厂验收等事宜。

7) 设计联络的费用。

买方人员中业主人员参加设计联络的一切费用由卖方承担，包括买方的交通费、食宿费和会议费用，参加设计联络的卖方人员的一切费用均由卖方自理。

本系统设计联络会议的次数为三次。在实际运作过程中，三次设计联络会议后仍不能达到预期的目的，买方有权临时增加设计联络的次数。所有设计联络会议的相关费用应包含在合同价内。

九、技术文件

1. 概述

1) 所有技术文件应按供电系统设备集成服务商规定统一编制，若设备有多种分册，在总编码一致的情况下，可分册编制。

2) 所有技术文件应首先经过供电系统设备集成服务商的审核、签字后，提交买方确认、批准。

3) 卖方应按供电系统设备集成服务商图纸、文件的编制规定，向买方提交图纸、技术规格、设计标准、分析报告和规定的所有其它文件。文件应有供电系统设备集成服务商审核签字，证明提交的资料是用于本工程且正确无误的。初步方案的图纸、技术规格及设计文件，只应做为参考资料，并应在封面上用印章或标记清楚地予以表示。

4) 卖方向买方提供的图纸、手册和技术文件应充分、广泛和详细地说明设备及其部件的性能、原理、结构和尺寸以及部件和电子器件的型号、规格和技术参数，使买方能够对设备的操作、检查、修理、试验、调整和维护。

5) 卖方应对所提供的全部文件的正确性、完备性和及时性负完全责任。

6) 卖方提供的图纸、手册和技术文件，必须使用中文。

7) 所有文件都应表示出项目名称、买方名称、日期和版本索引。图纸应表示出标题、序号和比例。

8) 为了使本合同设备与它其系统设备顺利接口，卖方应按供电系统设备集成服务商的要求，编制接口文件并制定执行措施。

9) 图纸、手册和技术文件在设备设计和制造过程中有更新时，卖方应及时向买方提供最新的更新部分。

2. 图纸

1) 对于专门为本工程设备设计、生产的产品，必须提供全部的图纸。

2) 对于系列化生产，已在多家用户使用的产品，必须提供组装图或者零部件分解图及明细表，图纸应给出组装的尺寸及公差要求，能满足买方大修的要求。

3) 对于可以从市场上采购到的产品，必须提供产品说明书，说明书应能满足买方的维修和采购的要求。

4) 要求提供如下图纸，但不限于此

(1) 整流变压器

- 整流变压器外形图（预埋件图、安装图、基础图、支架图）
- 整流变压器高压引出端子图、低压引线端子图
- 温控器二次端子图

- 温控器二次接线原理图（温度信号引接）
- 温控器温度信号引出线排列图
- 包装图
- 铭牌图

(2) 整流器

- 整流柜外形图
- 整流柜交直流侧引出端子图。
- 整流柜主电路接线图
- 结构装配图
- 二次保护、控制电路图
- 二次端子排接口图
- 软件逻辑图
- 包装图
- 铭牌图

(3) 配电变压器、接地变压器

- 各种规格配电变压器底部结构图
- 变压器外形图、预埋件图、安装图、基础图、支架图，变压器外壳外形图
- 高压引出端子图、低压引线结构图及端子图
- 二次端子图
- 二次结线原理图（温度信号引接）
- 温度信号引出线排列图
- 包装图
- 铭牌图

5) 重要的螺纹紧固件，应在图上标出紧固力矩；重要的金属弹簧件，应提供弹簧特性曲线。

6) 如果买方认为图纸不能满足维修需要，有权向卖方要求增加必要的图纸，供电系统设备集成服务商有义务向买方提供这些图纸。

3. 手册

- 1) 卖方应提供的手册包括如下，但不限于此。
- (1) 操作手册；
 - (2) 安装手册；
 - (3) 维修手册；
 - (4) 大修手册。

2) 操作手册

(1) 操作手册应为设备操作人员的操作和检查提供指导。

(2) 卖方提交的操作手册应对设备的操作予以阐述。该说明手册应包括所供设备配置的一般介绍、其主要性能参数。并应包括足够的图解。

(3) 卖方提供的操作程序, 包括对买方操作人员的详细指令和其职责。应包括规程指令, 其讲述在启动、运行、停止、切换和关闭被操作设备时的例行过程、紧急过程和安全过程, 以及观察到的定量及定性的结果。只要操作或调整须按一定顺序进行, 则应一步一步陈述。必须定义操作人员所有正常和非正常操作所记录的资料和信息。

(4) 操作手册应包括如下内容:

- 设备概述, 包括主要的功能说明
- 操作说明
- 注意事项
- 故障查找、排除

3) 安装手册

(1) 除非另有规定, 卖方应提供合同项下设备之安装所需的各种安装手册。

(2) 安装文件应由所需之全部图纸和文件组成, 并需定义:

- 为设备就位所需之地板、导轨、支架的安装、钻孔和上螺丝的方法
- 安全警告或注意事项
- 接地及其连接规程
- 通风说明
- 测试和校准方法
- 气候防护、灰尘防护和其它的环境防护
- 正确安装设备所需要的其它规程
- 安装所需工具的功能及建议数量

4) 维修手册

维修手册应为设备维修人员在维护、检查、运营、修理和调整方面提供指导。

(1) 手册应包括设备和系统的操作说明, 以及预防维护和故障维修指令。并配置详细的流程图供故障查找分析和现场修理。

(2) 预防维护说明应包括所有设备定期维护适用的直观检查和硬件测试。关于如何安装和运行测试, 如何使用专用或通用的测试设备的说明应做为预防维护说明的一个整体部分。

(3) 故障维修说明应包括故障定位到组件级或现场修理级的指导。这些指导应包括如何快速有效地定位设备故障原因详细说明, 应说明可能的故障源、征兆、可能的原因和排除故障指令。

(4) 故障维修说明还应包括有关所有项目的修理、调整(校正)、替换说明, 包括电路图和机电图。

(5) 应提供详细的部件位置图或其它方式的部件位置资料、照片和机械装配分解图或剖面图, 以备维修或替换设备需要。有关要求现场维修的机械部件, 有关允许损耗、间隙、磨损极限和最大扭矩的资料均应提供。

(6) 手册应对设备各级检修的内容、要求、方法、程序、设备、工具、材料等方面作出详细的说明; 对主要的磨耗件、破损件和故障件的更换、调整和测试作出详细的说明。

(7) 对于需要使用便携式测试仪 (PTU) 工作, 还应包括其调整方面的内容。

(8) 应说明在某一段时间内, 由于设备不运行, 所必须采取的措施。

5) 大修手册

(1) 大修手册应包括一套按系统编制的完整的工艺规程, 适用于定检、维修、再组装和大修。在操作手册和维修手册中未包含的所有维修工艺均应包含在其中。

(2) 应说明部件进行修理或更换 (即磨耗到限) 的限度和/或条件。

(3) 应对所有指定要再组装和大修的部件, 提供再组装和大修规程, 包括再组装的公差、大修后参数重新调整和试验的说明。

(4) 卖方应在大修手册中提供调整说明, 使买方能在设备完成大修之后, 能将设备及其主要部件调整到性能要求。

6) 为了清楚地描述手册的内容和要求, 手册应使用插图说明。

4. 其他技术文件

1) 卖方应提供的技术文件包括:

- 设备及其主要部件的说明书
- 温控器型式试验报告
- 整流变压器型式试验报告
- 设备及其主要部件的出厂试验大纲及试验报告
- 特殊试验报告
- 联调试验大纲及试验报告
- 设备合格证
- 质量记录 (抽查)
- 非国标但经双方确认的标准

5. 图纸、手册和技术文件的审查和确认

1) 卖方用于生产的手册和技术文件, 应是经过供电系统集成服务商的审核, 并经买方确认的图纸。买方确认后, 在图纸加盖确认章, 该章仅表明买方已同意卖方按图生产,

但设备的技术性能和准确性由卖方负责。

- 2) 如果图纸经过了确认，卖方未经买方认可，不按图生产，买方有权拒绝接收产品。
- 3) 图纸审查和确认的具体范围、时间和程序，由双方讨论决定。
- 4) 技术文件的审查和确认，由双方讨论决定。

6. 图纸、手册和技术文件的交付

6.1 整流变压器和配电变压器、接地变压器（含接地电阻）

序号	名称	交付时间	数量		备注
			硬拷贝	电子文件	
一	中间过程文件				
1	各种规格变压器装配图及底部结构图	第一次设计联络	4		确认级
2	各种规格变压器外形图（预埋件图、安装图、基础图、支架图）	第一次设计联络	4		确认级
3	各种规格变压器高压引出端子布置及端子图	第一次设计联络	4		确认级
4	各种规格变压器低压接线布置及端子图	第一次设计联络	4		确认级
5	非国标但经双方确认的标准	第二次设计联络	4		核备级
	特殊试验试验大纲	第二次设计联络	4		确认级
6	温控器二次端子图、二次结线原理图	第二次设计联络	4		确认级
7	变压器安装使用说明书（操作手册、安装手册、维修手册）	第二次设计联络	4		确认级
8	温控器使用说明书	第二次设计联络	4		审查级
9	出厂试验大纲	第二次设计联络	4		审查级
10	最终方案设计图和计算书	第二次设计联络	4		审查级
11	各类设备支持软件及应用程序	第二次设计联络	4		审查级
12	型式试验报告、特殊试验报告	第二次设计联络	4		审查级
13	包装形式及运输要求	第三次设计联络前 4 周	4		审查级
14	出厂验收程序及试验项目	第三次设计联络前 4 周	4		确认级
15	出厂试验大纲、生产计划、培训计划	第三次设计联络			
16	提供供货清单、装箱清单的例子	第三次设计联络	4		审查级
17	设备的出厂试验报告	到货后 1 个月内	4		审查级
二	最终文件				
1	各种规格变压器装配图及底部结构图	到货后 1 个月内	10	3	
2	各种规格变压器外形图（预埋件图、安装图、基础图、支架图）	到货后 1 个月内	10	3	
3	各种规格变压器高压引出端子布置及端	到货后 1 个月内	10	3	

	子图				
4	各种规格变压器低压接线布置及端子图	到货后 1 个月内	10	3	
5	温控器二次端子图、二次结线原理图	到货后 1 个月内	10	3	
6	变压器安装使用说明书（操作手册、安装手册、维修手册）	到货后 1 个月内	10	3	
7	温控器使用说明书	到货后 1 个月内	10	3	
8	最终方案设计图和计算书	到货后 1 个月内	10	3	
9	包装形式及运输要求	发货前 1 个月内	10	3	
10	非国标经双方确认的标准	到货后 1 个月内	10	3	
11	设备的型式试验报告	到货后 1 个月内	10	3	
12	设备合格证	到货后 1 个月内	10	3	
13	设备的出厂试验报告及检验报告	到货后 1 个月内	10	3	
14	各类设备支持软件及应用程序	到货后 1 个月内	10	3	
15	安装图纸光盘	到货后 1 个月内		3	

6.2 整流器

序号	名称	交付时间	数量		备注
			硬拷贝	电子文件	
一	中间过程文件				
1	整流柜外形图、交直流侧引出端子图、主电路接线图、结构装配图、包装图、铭牌图、软件逻辑图	第一次设计联络	4		确认级
2	非国标但经双方确认的标准	第一次设计联络	4		核备级
3	二次保护、控制电路原理图、二次端子排接口图	第二次设计联络	4		确认级
4	出厂试验大纲	第二次设计联络	4		审查级
5	最终方案设计图和计算书	第二次设计联络	4		审查级
6	各类设备支持软件及应用程序	第二次设计联络	4		审查级
7	型式试验报告、特殊试验报告	第二次设计联络	4		审查级
8	二极管型式试验报告、整流器型式试验报告	第二次设计联络	4		确认级
9	整流器安装使用说明书（操作手册、安装手册、维修手册）	第三次设计联络	4		确认级
10	整流器出厂试验大纲、生产计划、培训计划	第三次设计联络	4		确认级
11	包装形式及运输要求	第三次设计联络前 4 周	4		审查级
12	出厂验收程序及试验项目	第三次设计联络前 4 周	4		确认级

13	出厂试验大纲、生产计划、培训计划	第三次设计联络	4		
14	提供供货清单、装箱清单的例子	第三次设计联络	4		审查级
15	设备的出厂试验报告	到货后 1 个月内	4		审查级
二	最终文件				
1	整流柜外形图、交直流侧引出端子图、主电路接线图、结构装配图、包装图、铭牌图、软件逻辑图	到货后 1 个月内	10	3	
2	二次保护、控制电路原理图、二次端子排接口图	到货后 1 个月内	10	3	
3	最终方案设计图和计算书	到货后 1 个月内	10	3	
4	二极管型式试验报告、整流器型式试验报告	到货后 1 个月内	10	3	
5	整流器安装使用说明书（操作手册、安装手册、维修手册）	到货后 1 个月内	10	3	
6	包装形式及运输要求	到货后 1 个月内	10	3	
7	非国标经双方确认的标准	到货后 1 个月内	10	3	
8	设备合格证	到货后 1 个月内	10	3	
9	设备的出厂试验报告及检验报告	到货后 1 个月内	10	3	
10	各类设备支持软件及应用程序	到货后 1 个月内	10	3	
11	安装图纸光盘	到货后 1 个月内		3	

注：确认级：经买方确认后方能进行下一工序。

审查级：经买方审查、核备。

最终资料：最终图纸、安装使用说明书（包含 PLC 使用说明书）、出厂试验报告（原件）、合格证、非国标但经双方确认的标准。

随箱文件：包括装箱单、最终图纸、安装使用说明书（包含 PLC 使用说明书）、出厂试验报告（复印件）、合格证（原件）、非国标但经双方确认的标准等。

十、培 训

1. 概述

- 1) 所有的技术培训均应服从供电系统集成服务商总的培训计划和内容的要求，
- 2) 卖方有责任对买方的维修、操作和工程设计人员进行合同设备的操作使用方面的技术培训，通过培训，使接受培训的人员能基本了解合同内设备的基本结构、性能、并掌握设备的操作、使用和维护保养的方法。
- 3) 因卖方的原因导致技术培训不能按期完成，买方有权要求卖方重新进行培训，所有费用应有卖方承担。

2. 培训计划

培训计划由供电系统集成服务商制定，并报买方批准，培训应包括以下内容：

- 1) 培训的课程，包括理论课/实践课；
- 2) 培训的目标；
- 3) 培训开始时间/结束时间；
- 4) 使用的培训设施；
- 5) 培训的材料和文件；
- 6) 受训人员的要求；
- 7) 培训地点；
- 8) 授课人员的姓名及职称；
- 9) 课程效果的评估方法。

3. 培训材料

- 1) 在培训实施 1 个月前，卖方提交培训材料给供电系统集成服务商和买方确认。所有培训用材料应易拷贝，音像制品应能拷贝复制，文件应提供用:Microsoft office2003 for windows（或以上版本）的形式，提交一份光盘。图形、电路图和机械图也应提供合适平台上的软件光盘。（如 Autocad 2004 for windows）
- 2) 在买方所在地进行的培训，卖方应提前一个月通知买方授课时所需的常用教学设施，任何特殊的工具和测试设备由买方准备。
- 3) 在非买方所在地进行的培训，所有教学设施由卖方负责。
- 4) 在每门课程结束后，应进行考核，对合格的受训人发放合格证书。

4. 培训内容

- 设备安装要求及维护保养

- 工具和材料介绍
- 安装说明书解释
- 基本材料应用示范
- 安装示范
- 图纸交底

买方参训人员经卖方督导人员培训结束后应具有以下技能：

- 掌握安装方法、了解说明书内容、使用各种工具和材料
- 根据设备说明书，在督导人员指导下进行正确安装

5. 培训计划书

序号	培训内容	授课天数	授课人员	地点	参训人员要求
1			姓名： 职称： 职务：		设备维护人员
2			姓名： 职称： 职务：		设备维护人员
3			姓名： 职称： 职务：		设备维护人员
4			姓名： 职称： 职务：		设备维护人员

注：投标人应在投标书提出培训计划的内容、授课天数，授课人员、授课地点等内容，培训时间由集成服务机构根据工程进展具体安排。

6. 培训费用

培训费用包含在卖方的合同价中。买方在工厂培训中的相关费用（往返交通费、市内交通费、食宿费等）由卖方负责。卖方人员在现场培训中的一切费用均由卖方自理。

因卖方的原因导致技术培训不能按期完成，买方有权要求卖方重新进行培训，所有费用应由卖方承担。

7. 培训效果与考核要求

买方参训人员经卖方培训结束后应具有以下技能：

掌握安装方法、了解说明书内容、掌握各种工具和材料的使用方法。

根据设备说明书，在卖方指导下进行正确安装。

在每次培训结束后，卖方将对参训人员进行理论、实践两方面予以考核，以检查参训人员是否掌握了培训的内容，并对合格的参训人发放合格证书。