

# 顺特电气设备有限公司电抗器试验站改造项目

## 全自动变压器(电抗器)测试系统

### 招标技术要求

招标人：顺特电气设备有限公司

文件版本号：V02

编制时间：2025/08/08

编制：梁建生

审核：蔡锦炫

批准：李霞

说明：

- 1.投标人需按照本专项要求编制技术投标文件，如未按照要求单独编制技术投标文件和电子版本，所有责任及由此造成的一切后果由投标人自负。
- 2.本文件及相关附件知识产权归顺特电气设备有限公司所有，未经书面许可，不得擅自使用。

## 一、总则

- 1.1 本技术规范书针对顺特电气设备有限公司电抗器测试系统的采购；提出了相关产品的设计制造、供货范围、质量保证、检验验收、包装运输、技术资料及服务等方面的基本要求。电抗器测试系统的现场安装、调试、试运行将由投标方在甲方的监督和配合下进行。
- 1.2 投标方提供的电抗器测试系统性能保证值、参数及结构、设备及配件的使用寿命等数据应满足甲方提出的技术要求。
- 1.3 本技术规格书提出的是最低限度的技术要求,并未对一切技术细节作出规定,也未充分引述有关标准和技术规范的条文。投标方应提供符合本技术规范书和现行工业标准的成熟、可靠、全新的产品及服务。
- 1.4 投标方对所提供的设备（含软件）、附件和附属设备的制造质量、供货、技术规格、文件图纸资料、技术服务、工程服务、包装运输、开箱检验、安装指导、现场测试、设备运行等各个环节负有完全责任。投标方对其技术文件的所有内容负完全责任，招标方在技术文件上的签字并不意味对投标方责任的解脱。
- 1.5 投标方提供的产品及配套产品必须在中国大陆境内有技术服务和维护能力的服务网点。
- 1.6 本技术规格书未明确事宜，投标方应在设计过程中充分尊重甲方意见，在现有国内技术水平能够达到情况下，不得以任何理由拒绝。

## 二、项目概况

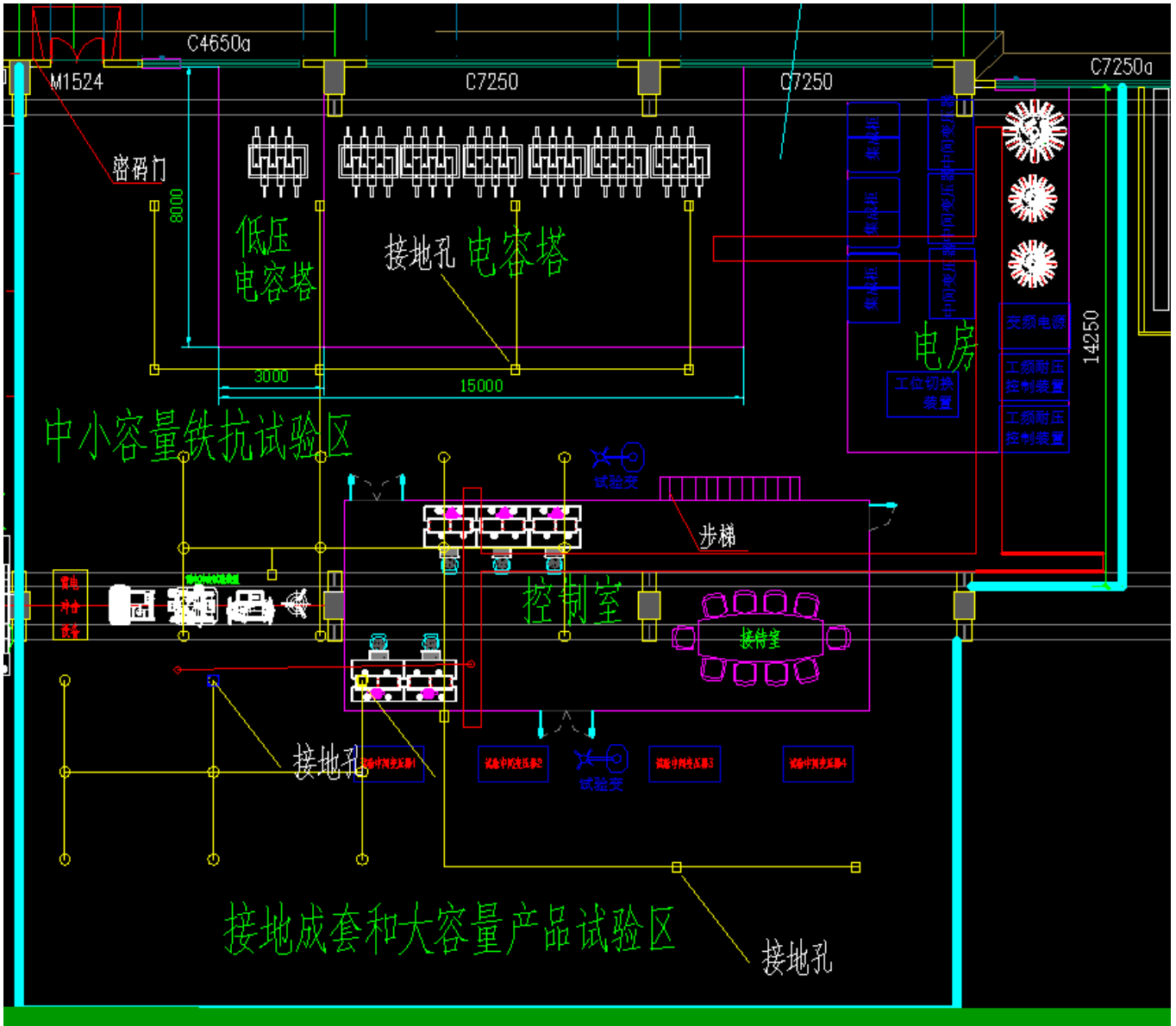
本电抗器测试系统置于顺特电气设备有限公司 6 号厂房内的电抗器试验站内，一次设备在电抗器试验站的设备房间内。

### 2.1 基本环境条件：

- 环境温度：1~+40 °C
- 相对湿度：日平均值不大于 98%；月平均值不大于 90%（25 °C）
- 海拔高度：≤100m
- 地震烈度：≤8 级
- 安装地点：广东省佛山市顺德区大良街道五沙社区新悦路23号顺特电气设备有限公司
- 环境噪音（声压级）：≤75dB（A）

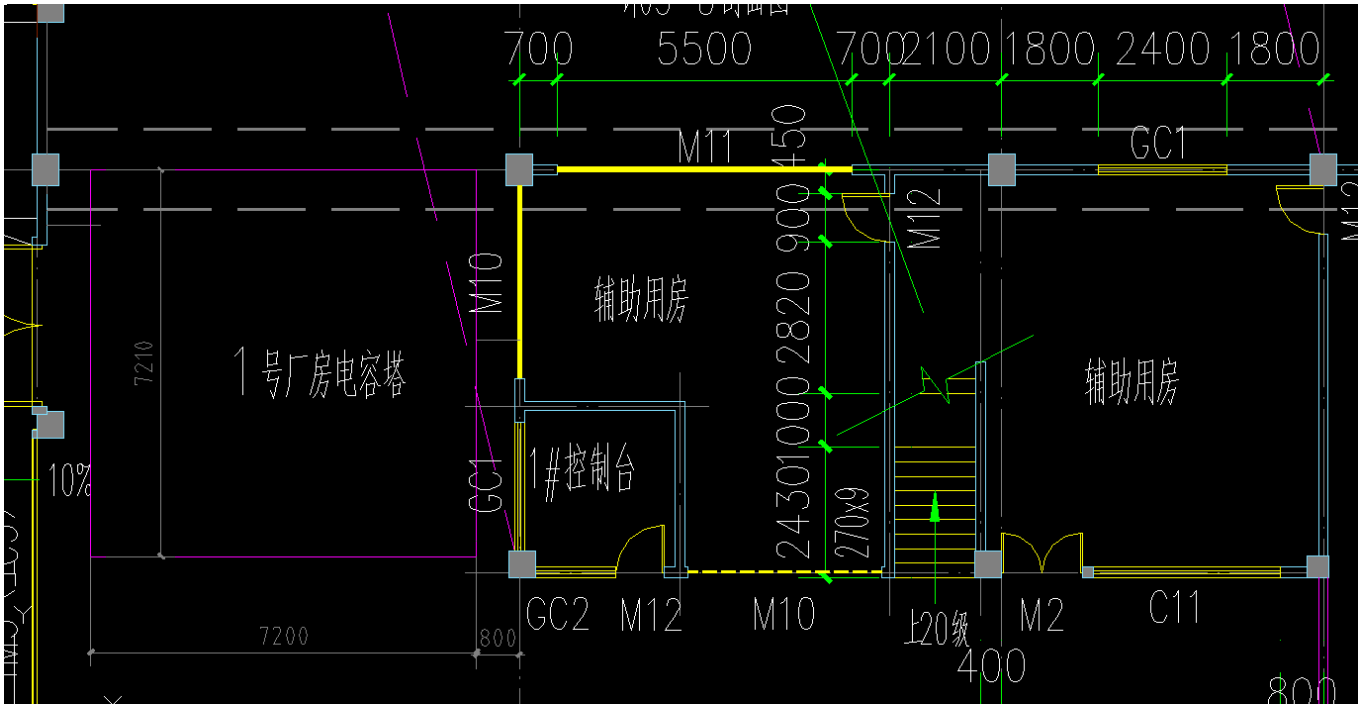
## 2.2 电容塔基本布局

1#电容塔及低压电容塔位于6号厂房电抗器检测室，共计占地约810m<sup>2</sup>。



6#厂房高压电容塔区域和低压电容塔区域

2#电容塔位于1#厂房电抗器检测室内，共计占地约405m<sup>2</sup>。



2#电容塔

### 三、全自动电容器补偿系统装置设计、制造、检验标准

GB/T1094.3-2017 电力变压器第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空间间隙

GB/T 7354-2018 高电压试验技术 局部放电测量

JB/T 501-2021 电力变压器试验导则

GB/T 4208-2017 外壳防护等级

GB 50065-2011 交流电气装置的接地设计规范

GB50017-2014 钢结构设计规范

GB50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范

GB/T 8923.1-2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定

GB50116-2013 火灾自动报警系统设计规范

GB 311 高电压输变电设备的绝缘配合

GB1208-2006 电流互感器

GB1207-2006 电磁式电压互感器

JJG313-2010 测量用电流互感器检定规程

JJG314-2010 测量用电压互感器检定规程

GB/T 12747.1-2010 标称电压 1KV 以上交流电力系统用并联电容器

GB/T 191-2008 包装储运图示标志

GB2893-2008 安全色

GB4064-1983 电气设备安全设计导则

GB8196-2003 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求

GB/T 23-88 机械产品涂装、防锈规范

GB/T 50231-98 机电设备安装工程施工及验收通用规范

GB50661-2011 钢结构焊接规范

GB50231-2010 机电设备安装工程施工及验收通用规范

GB50270-2010 连续输送设备安装项目施工及验收规范

JB/T 9532-1999 机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求

GB/T 23-88 机械产品涂装、防锈规范

GB50055-2011 通用用电设备配电设计规范

GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

GB 50254-1996 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范

GB 50312-2007 综合布线系统工程验收规范

GB500093-2002 自动化仪表工程施工及验收规范  
GB50168-92 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范  
GBJ232 电气装置安装工程施工及验收规范  
GB/T8567-2006 计算机软件文档编制规范  
GB/T8566-2007 信息技术 软件生存周期过程  
GB/T 15532-2008 计算机软件测试规范  
GB/T 9386-2008 计算机软件测试文件编制规范  
GB/T 14394-2008 计算机软件可靠性和可维护性管理  
GB 8566-1988 计算机软件开发规范  
GB/T 15129-1994 信息处理系统、开放系统互联服务约定  
GB/T26335-2010 工业企业信息化集成系统规范  
GB/T 37743-2019 信息技术 智能设备操作系统身份识别服务接口  
GB/T11457-1995 软件工程术语  
GB 5226.1-2008 机械电气设备安全性系列标准生产设备  
GB 5083-1999 安全卫生设计总则  
GB3805 安全电压标准要求  
GB4064 电气设备安全设计导则

#### 四、总体要求

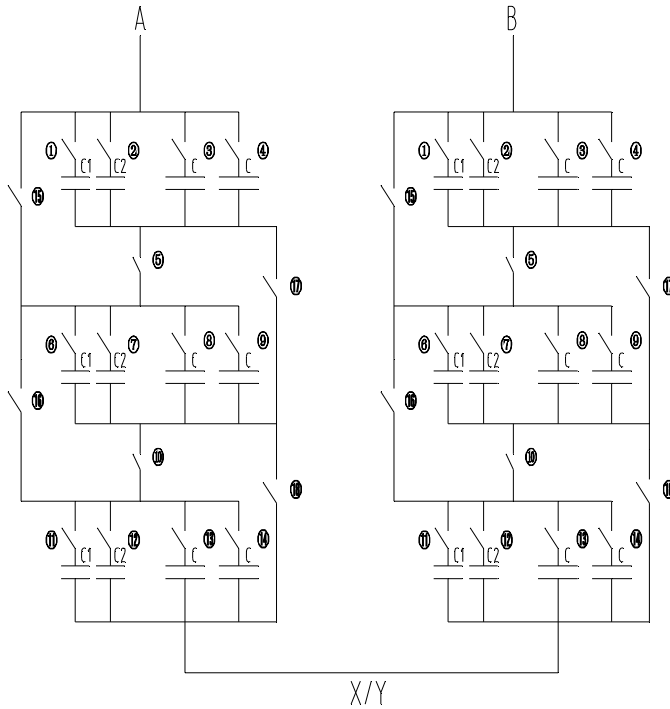
把现有的电容器集成采用气动隔离开关进行电容器的串、并联以及 Y、 $\Delta$  的无功补偿接线；并采用工控机进行。

##### 4.1 电容塔补偿方案

实验室现有两类补偿电容器，分别为334kvar/12kV共90只(1#厂房电容塔)和334kvar/11/ $\sqrt{3}$ kV共60只（6#厂房电容塔），两类分别构建2、3个电容塔，共计5个电容塔，电容塔整体绝缘水平按35kV绝缘水平考虑，对地工频耐压满足80kV，具体补偿方式如下：

##### 2.1 第 1~2 号电容塔--334kvar/12kV 共 90 只(1#厂房补偿电容塔主要开展单相试验)

第 1~2 号电容塔对应 A、B 相，相序色标为黄、绿。



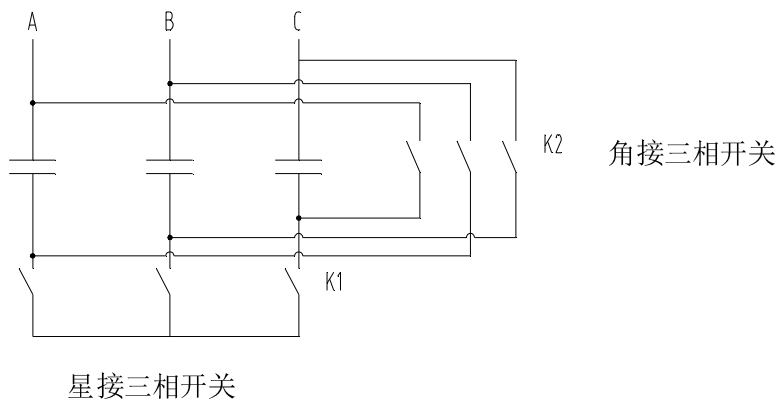
每个电容塔对应上图中的相应电容，按上至下分为三级，每级 15 只电容器，每级又分为四组：C1(2 只电容器并联)、C2(3 只电容器并联)、C(5 只电容器并联，共两组)。具体每个电容塔的补偿方式接线逻辑和对应补偿容量如下：

| 序号 | 联结方式<br>(AB 两端子间) | 闭合开关          | 单相补偿容量(kvar) |         |         |
|----|-------------------|---------------|--------------|---------|---------|
|    |                   |               | 10/√3kV      | 20/√3kV | 35/√3kV |
| 1  | 2 只电容并再两串         | ①⑦⑱           | 77           | 308     | 947     |
| 2  | 3 只电容并再两串         | ②⑦⑱           | 116          | 464     | 1420    |
| 3  | 4 只电容并再两串         | ①⑥⑬⑰⑱         | 155          | 620     | 1893    |
| 4  | 5 只电容并再两串         | ③⑦⑱           | 193          | 772     | 2366    |
| 5  | 6 只电容并再两串         | ②⑦⑱⑰⑱         | 232          | 928     | 2839    |
| 6  | 7 只电容并再两串         | ①③⑦⑱          | 270          | 1080    | 3313    |
| 7  | 8 只电容并再两串         | ②③⑦⑱          | 309          | 1236    | 3786    |
| 8  | 9 只电容并再两串         | ①③⑥⑱⑰⑱        | 348          | 1392    | 4259    |
| 9  | 10 只电容并再两串        | ①②③⑦⑱         | 386          | 1544    | 4732    |
| 10 | 11 只电容并再两串        | ②③⑦⑱⑰⑱        | 425          | 1700    | 5205    |
| 11 | 12 只电容并再两串        | ①③④⑦⑱         | 464          | 1856    | 5679    |
| 12 | 13 只电容并再两串        | ②③④⑦⑱         | 503          | 2012    | 6151    |
| 13 | 14 只电容并再两串        | ①③④⑥⑱⑰⑱       | 541          | 2164    | 6624    |
| 14 | 15 只电容并再两串        | ①②③④⑦⑱        | 580          | 2320    | 7097    |
| 15 | 16 只电容并再两串        | ②③④⑦⑱⑰⑱       | 618          | 2472    | 7570    |
| 16 | 17 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑱⑰⑱      | 657          | 2628    | 8044    |
| 17 | 18 只电容并再两串        | ①②③④⑦⑱⑰⑱      | 696          | 2784    | 8517    |
| 18 | 19 只电容并再两串        | ②③④⑦⑱⑱⑱⑱      | 734          | 2936    | 8990    |
| 19 | 20 只电容并再两串        | ①②③④⑧⑱⑰⑱      | 773          | 3092    | 9463    |
| 20 | 21 只电容并再两串        | ②③④⑦⑧⑱⑰⑱      | 812          | 3248    | 9936    |
| 21 | 22 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑧⑱⑰⑱     | 850          | 3400    | 10409   |
| 22 | 23 只电容并再两串        | ①②③④⑦⑧⑱⑰⑱     | 889          | 3556    | 10882   |
| 23 | 24 只电容并再两串        | ①③④⑥⑧⑨⑱⑰⑱     | 928          | 3712    | 11356   |
| 24 | 25 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑱⑰⑱    | 966          | 3864    | 11829   |
| 25 | 26 只电容并再两串        | ②③④⑦⑧⑨⑱⑰⑱     | 1005         | 4020    | 12302   |
| 26 | 27 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑧⑨⑱⑰⑱    | 1044         | 4176    | 12775   |
| 27 | 28 只电容并再两串        | ①②③④⑦⑧⑨⑱⑰⑱    | 1082         | 4328    | 13248   |
| 28 | 29 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑧⑨⑩⑱⑰⑱   | 1121         | 4484    | 14195   |
| 29 | 30 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑱⑰⑱   | 1160         | 4640    | 14206   |
| 30 | 31 只电容并再两串        | ①②③④⑦⑧⑨⑩⑱⑰⑱   | 1198         | 4792    | 14680   |
| 31 | 32 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1237         | 4948    | 15154   |
| 32 | 33 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1276         | 5104    | 15627   |
| 33 | 34 只电容并再两串        | ①③④⑥⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱   | 1314         | 5256    | 16100   |
| 34 | 35 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1353         | 5412    | 16574   |
| 35 | 36 只电容并再两串        | ②③④⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱   | 1392         | 5568    | 17048   |
| 36 | 37 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1430         | 5720    | 17521   |
| 37 | 38 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1469         | 5876    | 17995   |
| 38 | 39 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱  | 1508         | 6032    | 18468   |
| 39 | 40 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1546         | 6184    | 18942   |
| 40 | 41 只电容并再两串        | ①②③④⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱  | 1585         | 6340    | 19416   |
| 41 | 42 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1624         | 6496    | 19889   |
| 42 | 43 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1662         | 6648    | 20362   |
| 43 | 45 只电容并再两串        | ①②③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑱⑰⑱ | 1740         | 6960    | 21310   |

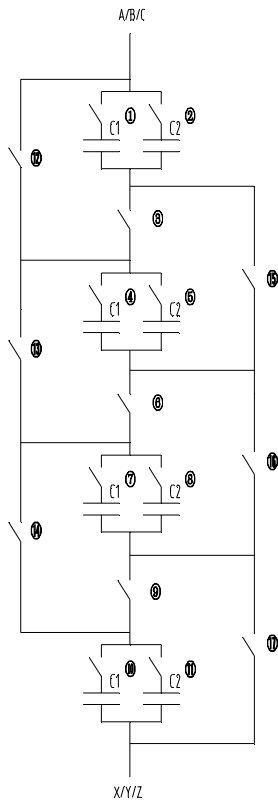
| 序号 | 联结方式<br>(AB 两端子间) | 闭合开关       | 单相补偿容量(kvar) |         |         |
|----|-------------------|------------|--------------|---------|---------|
|    |                   |            | 20/√3kV      | 35/√3kV | 66/√3kV |
| 44 | 2 只电容并再四串         | ①⑤⑥⑬       | 309          | 947     | 3368    |
| 45 | 3 只电容并再四串         | ②⑤⑦⑬       | 464          | 1420    | 5052    |
| 46 | 5 只电容并再四串         | ③⑤⑧⑬       | 773          | 2368    | 8420    |
| 47 | 7 只电容并再四串         | ①③⑤⑥⑧⑬     | 1082         | 3315    | 11787   |
| 48 | 8 只电容并再四串         | ②③⑤⑦⑧⑬     | 1237         | 3788    | 13471   |
| 49 | 10 只电容并再四串        | ③④⑤⑧⑨⑬     | 1546         | 4735    | 16839   |
| 50 | 12 只电容并再四串        | ①③④⑤⑥⑧⑨⑬   | 1855         | 5683    | 20207   |
| 51 | 13 只电容并再四串        | ②③④⑤⑦⑧⑨⑬   | 2010         | 6156    | 21891   |
| 52 | 15 只电容并再四串        | ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑬ | 2319         | 7103    | 25259   |

## 2.2 3~5 号电容塔--334kvar/11/√3kV 共 60 只 (6#厂房补偿电容塔)

第 3~5 号电容塔对应 A、B、C 相，相序色标为黄、绿、红，三相电容塔的星接和角接联结方式如下：



每个电容塔按上至下分为四级，每级 5 只电容器，5 只电容器分为两组：C1(2 只电容器并联)、C2(3 只电容器并联)，具体每个电容塔的补偿方式接线图和对应的补偿容量如下：



| 序号 | 联结方式         | 闭合开关             | 补偿容量(kvar) |       |       |      |
|----|--------------|------------------|------------|-------|-------|------|
|    |              |                  | 11/√3kV    | 10kV  | 20kV  | 35kV |
| 1  | 2 只电容并联后星接   | ①⑮⑯⑰K1           | 668        | 1656  | /     | /    |
| 2  | 3 只电容并联后星接   | ②⑮⑯⑰K1           | 1002       | 2484  | /     | /    |
| 3  | 4 只电容并联后星接   | ①④⑫⑮⑯⑰K1         | 1336       | 3312  | /     | /    |
| 4  | 5 只电容并联后星接   | ①②⑮⑯⑰K1          | 1670       | 4140  | /     | /    |
| 5  | 6 只电容并联后星接   | ②⑤⑫⑮⑯⑰K1         | 2004       | 4968  | /     | /    |
| 6  | 7 只电容并联后星接   | ①②④⑫⑮⑯⑰K1        | 2338       | 5796  | /     | /    |
| 7  | 8 只电容并联后星接   | ①②⑤⑮⑯⑰K1         | 2672       | 6624  | /     | /    |
| 8  | 9 只电容并联后星接   | ①②④⑦⑫⑬⑮⑯⑰K1      | 3006       | 7452  | /     | /    |
| 9  | 10 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑫⑮⑯⑰K1       | 3340       | 8280  | /     | /    |
| 10 | 11 只电容并联后星接  | ①②⑤⑧⑫⑬⑮⑯⑰K1      | 3674       | 9108  | /     | /    |
| 11 | 12 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑦⑫⑬⑮⑯⑰K1     | 4008       | 9936  | /     | /    |
| 12 | 13 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑧⑫⑬⑮⑯⑰K1     | 4342       | 10764 | /     | /    |
| 13 | 14 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑦⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰K1   | 4676       | 11592 | /     | /    |
| 14 | 15 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑦⑧⑫⑬⑮⑯⑰K1    | 5010       | 12420 | /     | /    |
| 15 | 16 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑧⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰K1   | 5344       | 13248 | /     | /    |
| 16 | 17 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑦⑧⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰K1  | 5678       | 14076 | /     | /    |
| 17 | 18 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑦⑧⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰K1  | 6012       | 14904 | /     | /    |
| 18 | 20 只电容并联后星接  | ①②④⑤⑦⑧⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰K1 | 6680       | 16560 | /     | /    |
| 19 | 2 只电容并联后角接   | ①⑮⑯⑰K2           | 2004       | /     | /     | /    |
| 20 | 3 只电容并联后角接   | ②⑮⑯⑰K2           | 3006       | /     | /     | /    |
| 21 | 4 只电容并联后角接   | ①④⑫⑮⑯⑰K2         | 4008       | /     | /     | /    |
| 22 | 5 只电容并联后角接   | ①②⑮⑯⑰K2          | 5010       | /     | /     | /    |
| 23 | 6 只电容并联后角接   | ②⑤⑫⑮⑯⑰K2         | 6012       | /     | /     | /    |
| 24 | 7 只电容并联后角接   | ①②④⑫⑮⑯⑰K2        | 7014       | /     | /     | /    |
| 25 | 8 只电容并联后角接   | ①②⑤⑮⑯⑰K2         | 8016       | /     | /     | /    |
| 26 | 9 只电容并联后角接   | ①②④⑦⑫⑬⑮⑯⑰K2      | 9018       | /     | /     | /    |
| 27 | 10 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑫⑮⑯⑰K2       | 10020      | /     | /     | /    |
| 28 | 11 只电容并联后角接  | ①②⑤⑧⑫⑬⑮⑯⑰K2      | 11022      | /     | /     | /    |
| 29 | 12 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑦⑫⑬⑮⑯⑰K2     | 12024      | /     | /     | /    |
| 30 | 13 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑧⑫⑬⑮⑯⑰K2     | 13026      | /     | /     | /    |
| 31 | 14 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑦⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰K2   | 14028      | /     | /     | /    |
| 32 | 15 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑦⑧⑫⑬⑮⑯⑰K2    | 15030      | /     | /     | /    |
| 33 | 16 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑧⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰K2   | 16032      | /     | /     | /    |
| 34 | 17 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑦⑧⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰K2  | 17034      | /     | /     | /    |
| 35 | 18 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑦⑧⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰K2  | 18036      | /     | /     | /    |
| 36 | 20 只电容并联后角接  | ①②④⑤⑦⑧⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰K2 | 20040      | /     | /     | /    |
| 37 | 2 只电容并联再两串星接 | ①③④⑯⑰K1          | 334        | 828   | 3312  | /    |
| 38 | 3 只电容并联再两串星接 | ②③⑤⑯⑰K1          | 501        | 1242  | 4968  | /    |
| 39 | 5 只电容并联再两串星接 | ①②③④⑤⑯⑰K1        | 835        | 2070  | 8281  | /    |
| 40 | 7 只电容并联再两串星接 | ①②④⑥⑦⑧⑩⑫⑬⑭⑮⑰K1   | 1169       | 2898  | 11593 | /    |

| 序号 | 联结方式          | 闭合开关            | 补偿容量(kvar) |       |       |       |
|----|---------------|-----------------|------------|-------|-------|-------|
|    |               |                 | 11/√3kV    | 10kV  | 20kV  | 35kV  |
| 41 | 10 只电容并联再两串星接 | ①②④⑤⑥⑦⑧⑩⑪⑫⑭⑮⑰K1 | 1670       | 4140  | 16562 | /     |
| 42 | 2 只电容并联再两串角接  | ①③④⑬⑰K2         | 1002       | 2484  | /     | /     |
| 43 | 3 只电容并联再两串角接  | ②③⑤⑬⑰K2         | 1503       | 3726  | /     | /     |
| 44 | 5 只电容并联再两串角接  | ①②③④⑤⑬⑰K2       | 2505       | 6211  | /     | /     |
| 45 | 7 只电容并联再两串角接  | ①②④⑥⑦⑧⑩⑫⑭⑮⑰K2   | 3507       | 8695  | /     | /     |
| 46 | 10 只电容并联再两串角接 | ①②④⑤⑥⑦⑧⑩⑪⑫⑭⑮⑰K2 | 5010       | 12421 | /     | /     |
| 47 | 2 只电容并联再三串星接  | ①③④⑥⑦⑰K1        | 222        | 552   | 2208  | 6763  |
| 48 | 3 只电容并联再三串星接  | ②③⑤⑥⑧⑰K1        | 334        | 828   | 3312  | 10144 |
| 49 | 5 只电容并联再三串星接  | ①②③④⑤⑥⑦⑧⑰K1     | 556        | 1380  | 5520  | 16907 |
| 50 | 2 只电容并联再三串角接  | ①③④⑥⑦⑰K2        | 668        | 1656  | 6625  | /     |
| 51 | 3 只电容并联再三串角接  | ②③⑤⑥⑧⑰K2        | 1002       | 2484  | 9937  | /     |
| 52 | 5 只电容并联再三串角接  | ①②③④⑤⑥⑦⑧⑰K2     | 1670       | 4140  | 16562 | /     |
| 53 | 2 只电容并联再四串星接  | ①③④⑥⑦⑨⑩K1       | 167        | 414   | 1656  | 5072  |
| 54 | 3 只电容并联再四串星接  | ②③⑤⑥⑧⑨⑩K1       | 250        | 621   | 2484  | 7608  |
| 55 | 5 只电容并联再四串星接  | ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪K1   | 418        | 1035  | 4140  | 12680 |
| 56 | 2 只电容并联再四串角接  | ①③④⑥⑦⑨⑩K2       | 501        | 1242  | 4968  | /     |
| 57 | 3 只电容并联再四串角接  | ②③⑤⑥⑧⑨⑩K2       | 751        | 1863  | 7453  | /     |
| 58 | 5 只电容并联再四串角接  | ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪K2   | 1252       | 3105  | 12421 | /     |

### 2.3 低压补偿电容塔（6#厂房主要用于10kV电抗率为5~12%的铁心串抗的电抗和损耗试验）

电容塔补偿容范围：电抗器容量：额定电流下：电抗率5%最大容量:720kVA，额定最大电流755A，额定电压0.318kV

额定电流下：电抗率12%最大容量:1440kVA，额定电流578A，额定电压0.831kV。电容器塔满足铁心电抗器额定电流1.8倍电流，空心电抗器按1.35倍额定电流下的补偿要求。详见附录：电容塔补偿范围的第1和第2点

每组电容器串、并联通过上位机控制气动隔离开关合分操作完成投入或切除；按总容量设计，采用气动隔离开关操作电容器投入切除、串并联组合、星角转换等，电压等级满足各级串并联要求；电容塔架的引出线按2000A要求采用铝排三相引出，补偿电容器装置所有电气连接及隔离开关，充分考虑其过电流要求和导线的机械强度，并留有充分裕度；框架及所有的支撑结构零部件都采用有效的防腐、防锈措施，紧固件采用热镀锌处理。

上述2.1所述电容塔布置在1#厂房试验站，2.2和2.3所述电容塔布置在6#厂房电网试验站，分别配置相关的控制系统。

## 五、供货范围

5.1 全自动变压器(电抗器)测试系统供货范围：每组电容器串、并联通过上位机控制气动隔离开关合分操作完成投入或切除；按总容量设计，采用气动隔离开关操作电容器投入切除、串并联组合、星角转换等，电压等级满足各级串并联要求；电容塔架的引出线按2000A要求采用铝排三相引出，补偿电容器装置所有电气连接及隔离开关，充分考虑其过电流要求和导线的机械强度，并留

有充分裕度；框架及所有的支撑结构零部件都采用有效的防腐、防锈措施，紧固件采用热镀锌处理。上述2.1所述电容塔布置在1#厂房试验站，2.2所述电容塔布置在6#厂房电网试验站，分别配置相关的控制系统。

5.2布置在6#厂房电网试验站低压电容塔由投标厂家提供电容器及每组电容器串、并联通过上位机控制气动隔离开关合分操作完成投入或切除；按总容量设计，采用气动隔离开关操作电容器投入切除、串并联组合、星角转换等，电压等级满足各级串并联要求；电容塔架的引出线按2000A要求采用铝排三相引出，补偿电容器装置所有电气连接及隔离开关，充分考虑其过电流要求和导线的机械强度，并留有充分裕度；框架及所有的支撑结构零部件都采用有效的防腐、防锈措施，紧固件采用热镀锌处理。配置相关的远程和就地控制系统。

### 1 高压电容塔主要设备清单

| 设备名称                   | 要求   | 数量           |
|------------------------|--|--------------|
| 单相电容器（公司供货）            | 334kvar/11/√3kV  | 60台          |
| 单相电容器（公司供货）            | 334kvar/12kV   | 90台          |
| 电容器的投入切除、串并联组合、星角转换气动刀 |  | 按2个电容实际塔需求配置 |
| 绝缘子和连接铝排               |  | 按2个电容塔实际需求配置 |
| 监控系统                   | 提供监控电容塔的场地的电容塔运行的全方位实时情况（多摄像头）并有红外热像进行温度异常跟踪。监控摄像头要求：23倍光学变倍/白光补光30m，红外补光150m/1对音频输入&输出接口/IP66/人脸抓拍/加热玻璃/出厂配置电源球形360°全景500W像素角度可调。 | 2套           |
| 电容器自动补偿系统、软件（含操作台）和就地柜 | 订制软件，与试验操作台互补输入产品类别和型号及容量自动识别并进行对用试验的电容补偿；补偿应小于电抗器容量为欠补偿补偿系统应有电流测量及在软件界面上有显示，操作简单，如有故障应有报警警示。                                      | 各2套          |
| 电容塔的连接方式示意图            | 可以固定在电容塔区域及控制室内  | 2套           |

## 低压电容塔主要设备清单

| 设备名称                   | 要求   | 数量     |
|------------------------|--|--------|
| 单相电容器                  | 电容值偏差： $0\sim+3\%$ ；1.15Ur下长期运行，温升低于80K  | 投标厂家提供 |
| 电容器的投入切除、串并联组合、星角转换气动刀 |  | 投标厂家提供 |
| 绝缘子和连接铝排               |  | 投标厂家提供 |
| 监控系统                   | 提供监控电容塔的场地的电容塔运行的全方位实时情况（多摄像头）并有红外热像进行温度异常跟踪。监控摄像头要求：23倍光学变倍/白光补光30m，红外补光150m/1对音频输入&输出接口/IP66/人脸抓拍/加热玻璃/出厂配置电源球形360°全景500W像素角度可调。 | 1套     |
| 电容器自动补偿系统、软件（含操作台）和就地柜 | 订制软件，与试验操作台互补输入产品类别和型号及容量自动识别并进行对用试验的电容补偿；补偿应小于电抗器容量为欠补偿补偿系统应有电流测量及在软件界面上有显示，操作简单，如有故障应有报警警示。                                      | 各1套    |
| 电容塔的连接方式示意图            | 可以固定在电容塔区域及控制室内  | 1套     |

注：以上设备清单要求和数量并非最优方案，投标方应充分了解实验室的布局要求，并在此清单的基础上进行优化，在保证产能的情况下提高设备利用率并降低成本，最终方案以双方一致协商结果为准。

以上设备清单为基本要求，本清单未涉及但系统功能又必要的其余设备也属于本次总包范围，供应商应在本次报价中一并考虑，不得额外增加费用。

## 六、通用技术要求

### 6.1 基本要求

- 6.1.1 依据所提供项目的产品规格、生产节拍、场地等条件，设计并制造出满足产品测试质量要求。
- 6.1.2 根据产品结构、场地条件等因素，合理安排工艺流程、工艺参数、工艺设备。
- 6.1.3 试验站内有单独的接地网，用于试验设备的接地。
- 6.1.4 全自动电容器补偿系统装置技术文件及可靠性需要，合理选择配套件，在保证生产线设备先进性、可靠性及耐用性的基础上，尽可能降低投资成本。
- 6.1.5 整个设计必须充分考虑人员及设备的安全。
- 6.1.6 全自动电容器补偿系统装置不得使用国家规定禁止使用的有毒、有害、易燃易爆物质制造。电气设备都必须有安全防护装置并符合相关国家标准。
- 6.1.7 全自动电容器补偿系统装置结构格调应协调美观，颜色按照顺特电气设备有限公司标准要求，具体内容在签订技术协议时规定。
- 6.1.8 全自动电容器补偿系统装置的加工及安装应符合国家、行业、企业标准和技术规范，本项目中使用到的薄板必须采用数控设备来进行加工，除焊接结构件外，薄板的拼装不准采用焊接进行连接。
- 6.1.9 机加工件加工表面不应有划痕、擦伤等损伤零件表面的缺陷。
- 6.1.10 设备上的尖角都要进行倒圆角处理。
- 6.1.11 机架、机座及零部件刚性足够，机架及关键部件需退火处理，受力状态下不致于变形。
- 6.1.12 （包括电线、气管等），应预留尽可能大的空间；必要时，螺丝采用沉头或平头。
- 6.1.13 机加工件加工表面不应有划痕、擦伤等损伤零件表面的缺陷。
- 6.1.14 零件在装配前必须清理和清洗乾淨，不得有毛刺、飞边、氧化皮、锈蚀、切屑、油污、著色剂和灰尘等。
- 6.1.15 钣金加工件表面不应有划痕、擦伤等损伤表面的缺陷，不得有毛刺、飞边、氧化皮、锈蚀，表面油漆（粉）均匀，颜色统一不得有色差及它明显的缺陷，将以厂商提供的色板作为验证依据。
- 6.1.16 整机外观钣金件装配完成后需确认依设计需求装配整齐一致，不得有明显的断

差，及外露部分不得出现锐角对人产生伤害。

- 6.1.17 钣金件的焊接件部分不允许有脱焊、漏焊，焊完要去除焊渣。
- 6.1.18 所有标准件需严格依 BOM 表的规格型号要求进行采购，不得采购或使用劣质或假冒标准件。
- 6.1.19 所有原厂家标准件配有说明书及参数资料，需提供正规厂牌的说明书及参数资料。
- 6.1.20 零部件在装配前必须清理和清洗干净，不得有毛刺、飞边、氧化皮、锈蚀、切屑、油污、着色剂和灰尘等。
- 6.1.21 进入装配的零件及部件（包括外购件、外协件），均必须由检验部门检验合格后方可进行装配。
- 6.1.22 装配前应对零、部件的主要配合尺寸，特别是过盈配合尺寸及相关精度进行复查。
- 6.1.23 紧配零件装配时，须提前测量装配公差，确认部件加工偏差符合图纸要求后再借助助力工具安装，安装时不得暴力敲击，以便影响安装质量或精度。
- 6.1.24 螺丝装配紧固时，需要使用中低强度螺丝紧固密封胶。
- 6.1.25 各密封件装配前必须浸透油。
- 6.1.26 装配过程中零件不允许磕、碰、划伤和锈蚀。
- 6.1.27 螺钉、螺栓和螺母紧固时，严禁打击或使用不合适的旋具和扳手。紧固后螺钉槽、螺母和螺钉、螺栓头部不得损坏。
- 6.1.28 规定拧紧力矩要求的紧固件，必须采用力矩扳手，并按规定的拧紧力矩紧固。
- 6.1.29 同一零件用多件螺钉（螺栓）紧固时，各螺钉（螺栓）需交叉、对称、逐步、均匀拧紧。
- 6.1.30 滑动配合的平键（或花键）装配后，相配件移动自如，不得有松紧不均现象。
- 6.1.31 部件组装前严格检查并清除零件加工时残留的锐角、毛刺和异物，保证零件装入时不被擦伤。
- 6.1.32 招标方对所定义的要求，如有遗漏，后期投标方应有义务协助补充。

## 6.2 安全措施

- 6.2.1 全自动电容器补偿系统装置必须有安全围栏进行围蔽，所有入口设置与试验电源关联的门锁，试验员每人配备一把钥匙，联锁装置要集齐全部钥匙才能启动合闸按钮进

行通电试验。联锁装置上还要配备紧急分闸按钮；设置防呆措施，禁止人员在带电情况下进入全自动电容器补偿系统装置区域。

- 6.2.2 全自动电容器补偿系统装置操作台及试验区域设置有紧急分闸开关，在遇到人员触电情况下可紧急分闸。
- 6.2.3 当全自动电容器补偿系统装置投入使用时，装置出现电压或者电流异常及运行过程监控到电容塔有不正常的温度异常，系统应自动给出报警，当电压或电流大于设定值时，系统自动保护跳闸。
- 6.2.4 全自动电容器补偿系统装置的软件具有全面及完善的保护及报警提示信息，可依据被电抗器的参数针对各试验项目设定有过流、过压等软件保护，且在所有软硬件保护动作时显示故障位置（原因）并锁定故障发生时的试验测量数据。
- 6.2.5 系统保护应包含但不限于以下保护措施：紧急分闸按钮、警灯警铃、设备保护、输入级保护、输出级保护、测量级保护、零起升压保护、被试品保护。
- 6.2.6 所有操作控制线路、设备、仪器电源必须使用隔离变压器进行有效隔离。
- 6.2.7 **围栏高度不少于1800mm，网格尺寸 $\leq 30 \times 30$ mm，所有围栏材质为玻璃钢，围栏门牢固可靠。**

### 6.3 其他要求

- 6.3.1 非标设备结构满足加工工艺要求，便于制造。
- 6.3.2 结构简明，逻辑清晰，软硬件模块化，方便维修。
- 6.3.3 符合经济性要求。
- 6.3.4 符合美学原理。
- 6.3.5 全自动电容器补偿系统装置区域需有足够的视频和红外监控探头，控制室内有电容塔的系统逻辑示意图并有主回路及主要开关元件状态大屏幕显示，以判断气动闸的合分状态及位置。监视信号能在手机上浏览监视信号。

## 七、全自动电容器补偿系统装置主要功能要求

7.1 主要功能为对电抗器产品的电抗和损耗测量、短路阻抗和负载损耗测量、温升试验、声级测定、零序阻抗测量及互电抗测量等三相和单相的试验项目无功补偿。

### 7.2 控制功能

7.2.1 电压电流自动升降，升降速度满足相关标准要求，且可手动调节。

7.2.2 设置自动/手动控制功能，操作可自由切换，试验人员可根据实际试验需求自主选择试验模式，在自动试验模式下，试验全流程包括试验报告生成及试验数据保存均无需人工干预，在手动模式下，由试验人员进行单项试验的电气设备投切及调节、系统输出电压电流调整、试验结果计算确认、试验报告生成确认、试验数据保存确认等控制操作。

7.2.3 可运用触摸屏技术操作。

7.2.4 温升试验系统具备自动保持功能，包括输出电流/电压/损耗自动保持、绕组电阻双通道自动测量功能、，可实现温升试验送电过程无人值守，可以根据授权手机远程监控功能。

## 八、安装、调试、验收、技术培训

### 8.1 安装、调试

在招标人工厂安装期间，严格按照招标人的现场安装调试管理要求进行安装调试，具体措施如下：

8.1.1 安装调试由投标人负责，招标人派人员协助。

8.1.2 施工期间不慎对招标人产品或设备造成损坏，投标人负责照价赔偿。

8.1.3 施工过程中严格要求禁烟、佩戴安全帽并穿戴好劳动保护用品，高空作业操作人员须系安全绳、配带安全帽、穿防滑鞋，按6S的要求管理施工现场(使用工具由投标人自行保管)。

8.1.4 施工用乙炔、防火布、工具等由中标人自行准备并保管。

8.1.5 施工用灭火器、叉车等由招标人提供。

8.1.6 设备外观颜色依招标人公司设施颜色分类标准执行。

- 8.1.7 中标人施工人员由中标人为其负责其意外伤害保险。
- 8.1.8 中标人施工人员在招标人场所期间，应遵守招标人的管理制度，不得无故在非所属施工区域走动。
- 8.1.9 凡特种作业人员均持证上岗。
- 8.1.10 做好现场地面保护措施，采用专用搬运工具进行搬运，必要时在地面铺设地毯，以防止地面损坏。
- 8.1.11 在电焊或切割作业施工过程中，操作人员应具有相关操作证，在现场配备灭火器和防火毯。
- 8.1.12 在用电方面，由持操作证电工，负责各用电设备和插座的电源接线和安全用电监督；所使用的电动工具、电源线、插座等均为达标产品。
- 8.1.13 投标人加强对危险化学品（油品、清洗剂等）储存和使用管理，防止危险化学品的泄漏和对环境产生影响。对储存不当和造成泄漏的，及时进行妥善处理。
- 8.1.14 对施工中产生的噪声进行控制，在夜间禁止使用会产生噪声污染的设备、工具。
- 8.1.15 本规范如有未尽事宜，双方以公司盖章的书面会议记录为准。

## 8.2 预验收

- 8.2.1 设备制造厂按相关标准完成设备调试后，提前通知甲方相关部门按相关标准检验项目进行预验收。
- 8.2.2 在设备制造厂现场进行，双方代表共同参加。
- 8.2.3 在发货前在投标人公司工厂内预安装；并安排招标人到投标人现场预验收。预验收通过后投标人才可将所有设备包装发运到招标人工厂。
- 8.2.4 验收合格后，双方签定预验收报告。

## 8.3 验收终验

- 8.3.1 验收前提供给招标人的随机附件和资料：
  - 完整图纸（提供全自动智能变压器测试系统实验室①和实验室②的整体设备布局图、机械总装配图、地基基础图、电气图等；以上资料电子版1套）。

- 设备维护说明书。
  - 设备备件和易损件清单明细表（含供应商、型号、数量）。
  - 设备操作说明书（含参数设定明细；自动/手动操作流程）。
  - 设备清单。
- 8.3.2 在线体安装调试结束进入试生产（正式量产）时，投标人应派专门技术人员驻厂5日（工作日）以上。如果量产异常时，招标人有权要求中标人无偿增加驻厂配合时间。
- 8.3.3 在设备安装、调试、运行后，中标人应同意招标人以下列文件作为验收依据：
- 一般电气制作标准。
  - 招、投标文件和技术协议。
  - 设备报价清单。
  - 双方会签的图纸。
- 8.3.4 提供免费现场安装、调试、培训，不少于5天。
- 8.3.5 十年内免费升级软件，使其符合最新版的要求。
- 8.3.6 硬件质保期3年，软件质保期5年。在质保期内，中标人应及时提供相应的配合工作，全程跟踪服务，并给予无条件免费的技术(含升级)支持和指导服务。

#### 8.4 技术培训

- 8.4.1 技术培训及技术支持费用由中标人负责。
- 8.4.2 设备在招标人现场开始安装以及调试完成后，中标人对招标人的机械、电气维修人员及试验操作人员进行现场技术培训。中标人应安排专门人员对招标人所派的人员进行传、帮、带，并提供相关的资料(包括设备保养规程)。培训对象和人员数量不少于以下表格所列。

| 培训对象 | 试验人员       | 设备管理人员 | 信息工程师 |
|------|------------|--------|-------|
| 人员数量 | 按实际实验室所需人数 | 1      | 1     |

- 8.4.3 实验室验收合格正式量产的第一个月，中标人应免费派技术人员驻招标人所在地，进行现场监护系统及设备运行，并收集整理设备运行情况，及时制定维护计划，组织人员及时维修，确保系统和设备正常磨合和进一步完善；如果量产异常时，招标人有权要求中标人无偿增加驻厂配合时间。

## 九、其他

### 9.1 投标人应充分理解本技术文件，并至少提供以下说明：

- 实验室的详细工艺布局图。
- 实验室的详细配置说明。从设备的组成，技术参数，性能特征，功能特点以及整体描述等方面进行介绍。
- 实验室及内部的各种设备的介绍，包括技术参数，性能，整体的描述等，进行招标陈述。
- 关键零部件和电气元件提供配件型号、参数及生产厂家。
- 强弱电系统方面对土建的要求。
- 项目实施的进度计划表。

### 9.2 本技术文件为最低要求，仅供投标方参考。投标方应从整体把握，考虑完成性、匹配性，确保实验室能正常运转。若投标的工艺布局方案、物流方案、关键件品牌、培训和服务等优于以上要求，投标人应单独说明。

#### 附录：电容塔补偿范围

| No. | 高压电压 kV | 电抗率 | 容量 kVA         | 额定电流 (A) | 额定端电压 (kV)   | 备注                                  |
|-----|---------|-----|----------------|----------|--------------|-------------------------------------|
| 1   | ≤10     | 5%  | ≤720           | 755      | 0.318        | 铁心串联电抗器（三相）（6#厂房低压电容塔）              |
|     |         | 6%  | 720            | 630      | 0.381        |                                     |
|     |         | 12% | 1440           | 578      | 0.831        |                                     |
|     | ≤35     | 5%  | ≤1200          | 364      | 1.100        |                                     |
| 2   | ≤35     | 12% | ≤1440          | 167      | 2.880        | 铁心串联电抗器（三相）消弧线圈（铁心）（6#厂房高压电容塔）      |
|     | ≤35     | /   | ≤1000          | /        | 6.062/20.207 |                                     |
| 3   | ≤35     | /   | ≤10000         | /        | 10/20/35kV   | 铁心并联电抗器（铁心）（6#厂房高压电容塔）              |
| 4   | ≤35     | 5%  | ≤1000/3000（三相） | 909      | 1.100        | 空心串联电抗器（单相/三相）（1#厂房高压电容塔或6#厂房高压电容塔） |
|     | ≤35     | 12% | ≤2400/7200（三相） | 833      | 2.880        |                                     |

