
24电气设备技术规定

24.1规范标准

24.1.1参照标准及规范

本节的有关标准包括但不限于以下的 IEC 标准和相应的 GB 标准.

IEC56	《高压交流断路器》
IEC71	《绝缘配合》
IEC185	《电流互感器》
IEC186	《电压互感器》
IEC269	《低压电容器》
IEC871-1	《高压电容器》
IEC423	《金属穿线管和固定件》
IEC446	《根据颜色和数字鉴别导线》
IEC431	《铜母排》
IEC298	《额定电压 1kV 以上至 72.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》
IEC439	《低压开关设备和控制设备组件》
IEC529	《外壳防护等级》
IEC726	《干式电力变压器》
IEC694	《高压开关设备和控制设备通用条款》
IEC51	《直接动作指示模拟电气测量仪器及附件》
IEC99-2	《避雷器》
IEC99-3	《避雷器》
IEC113	《电工技术图表》
IEC158	《低压接触器》
IEC129	《交流断路器和接地开关》
IEC255	《继电器》
IEC265	《高压开关——额定电压为 52kV 及以下的高压开关》
IEC269	《低压熔断器》
IEC282	《高压熔断器》

IEC420 《高压交流开关熔断器》

IEC439 《交流电量转换成模拟信号或数字信号用的电气测量换能器》

ISO1690 《电气设备噪声传播的测定》

IEC52-60 《高压试验技术》

IEC60076 《电力变压器》

IEC60529 《外壳防护等级》

GB311.1~6-1997 《高压输变电设备的绝缘配合，高电压试验技术》

GB311.7-1988 《高压输变电设备的绝缘配合使用导则》

GB1094 《电力变压器》

GB1207-2006 《电磁式电压互感器》

GB1208-2006 《电流互感器》

GB1984-2003 《高压交流断路器》

GB1985-2004 《高压交流隔离开关和接地开关》

GB3906-2006 《3~35kV 交流金属封闭开关设备》

GB4208-2008 《外壳防护等级》

GB6450-1986 《干式电力变压器》

GB7251.1-2005 《低压成套开关设备和控制设备》

GB11022-1988 《高压开关设备通用技术条件》

GB10231-88 《保护继电器的结构型式与基本技术导则》

GB10233-2005 《低压成套开关设备和电控设备基本试验方法》

GB11032-2000 《交流无间隙金属氧化物避雷器》

GB14048 《低压开关和控制设备》

GB14050-2008 《系统接地的型式及安全技术要求》

GB50052-2009 《供配电系统设计规范》

GB50053-94 《10kV 及以下变电所设计规范》

GB50057-2010 《建筑物防雷设计规范》

GB50060-2008 《3-110kV 高压配电装置设计规范》

GB/T50062-2008 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》

GB50147-2010 《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》

GB50148-2010 《电气装置安装工程电力变压器，互感器施工及验收规范》

GB50149-2010	《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》
GB50150-2006	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》
GB50168-2006	《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》
GB50169-2006	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》
GB50170-2006	《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》
GB50171-92	《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》
GB50217-2007	《电力工程电缆设计规范》
GB50257-96	《电气装置安装工程爆炸和火灾环境施工及验收规范》
GB50254-96	《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》
GB50303-2002	《建筑电气工程施工质量验收规范》
GBT11022-2011	《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》
GB/T7261-2008	《继电器及继电保护装置基本试验方法》
GB/T7327-2008	《交流系统用碳化硅阀式避雷器》
GB/T12022-2006	《工业六氟化硫》
GB/T10228-2008	《干式电力变压器技术参数和要求》
GB/T14598.3-2006	《电气继电器第 5 部分:量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验》

GB/T22582-2008 《电力电容器低压功率因数补偿装置》

上述所有的规范、标准应是现行的有效版本。承包人应完全熟悉上述标准，并应按照这些标准进行设备的设计、供货。当各标准之间存在差异时，应以较高标准作为参照标准。承包人如使用替代标准，就应提交所用的标准并对其进行说明。只有当所用的标准等效于或优于技术标书的要求时，该标准才可能被接受。

24.1.2主要符号及单位

A 安培

mA 毫安

V 伏特

kV 千伏

kW 千瓦

kVA 千伏安

kvar千乏
MVA兆伏安
kwh千瓦小时
HZ赫兹
 Ω 欧姆
s秒
ms毫秒
AC交流
DC直流
HV高压
LV低压
COS ϕ 功率因数
f频率

24.1.3电气系统参数标称值

（1）高压系统

电压10kV AC

相数三相

频率50HZ

接线三芯

接地系统中性点不接地（10kV 系统供参考，以电业部门最终书面材料为准）

（2）低压系统

电压220V/380V AC

相数三相

频率50HZ

接地型式TN-S

（3）控制系统

电压220V AC

相数单相

频率50HZ

(4) 直流系统

电压220V DC

24.2 电气设备技术要求

24.2.1 动力柜、控制柜、控制箱、机旁箱

总述

本章节涉及低压控制柜、控制箱采购要求，包括设计、制造、供货、验收、指导安装和指导调试等。

工作范围

该章节涉及到低压控制柜、箱的设计、制造、供应和安装的总要求。

资料提交

按照标书有关章节的要求，提交招标人所提出的需承包商澄清的问题。

技术要求

技术要求：

额定工作电压 AC380V/220V

额定绝缘电压 660V

额定频率 50HZ

额定工作电流见施工图

环境温度 $-20^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$

相对湿度 $<95\%$

海拔高度 <1000 米

抗震烈度 >6 度

低压控制柜、箱应按规定和附图要求供货，是全套完善可操作的电气系统。

低压控制柜、箱和相关设备的设计和制造应符合有关标准的规定，所有安装于低压控制柜、箱内的设备都要有合适的故障标称值。

低压控制柜、箱的设计应能连续运行 30 年无故障。

低压控制柜、箱要按图示位置安装，位置要合适，柜与柜之间及柜周围出线要留有正确的空隙。

低压控制柜、箱全套设备包括空气断路器、隔离开关、熔断器、控制设备、

接触器、热继电器、中间继电器、计量仪表等，具体见附图。

低压控制柜、箱应防尘——户内最小外壳防护等级标称值应为 IP4X；

户外最小外壳防护等级标称值应为 IP55。

低压控制柜、箱应采用冷轧钢板，门厚 2mm 后壁板厚 1.5mm 安装板厚度 3.0mm，以铆钉及螺丝拼合成坚固的一体。表面处理采用三道表面处理工序：淋化--电泳--喷粉。箱体框架为防水浸蜡底漆，后壁板及顶板采用防水浸蜡底漆和粉末涂层。颜色要得到招标人同意，应符合技术规定的相应要求。柜体底板为三段式底板，箱体顶部有 4 个吊环，3 点式锁具。

元件板、门、罩子和框架的总装配应平滑、嵌装和无波纹出现，应提供所必须的肋和支架以减小撞击，保证功能单元装配既整齐又牢固。

应避免出现未经加工的毛边，角和边缘都应呈圆角形，焊接处和接地处要平滑，不允许出现裂缝接点和断裂现象。

曲拐、手柄、表计和附件的切割处，应锐利平净，切到设备的边缘处，门应装有铰链和锁，铰链之间最大距离不超过 600mm，装有设备的门不应由于重量或大小而引起下垂。

可移动的门和框架应安装在铰链、销子或托架上，并且采用工具或钥匙操作的紧固件来固定。

低压控制柜、箱应为电缆的进线、出线、接头和今后的扩展、维修留有适当的余地。

低压控制柜、箱要配有 PLC 控制和监测系统的接口，以适合特定总要求的需要。

低压控制柜、箱母排

低压控制柜、箱母排应是高导性的铜，各相间绝缘。

除另有规定外，低压控制柜、箱母排应完成温升和标称短路电流 35KA 持续 1 秒的型式试验。

所有带主接母排的低压控制柜要配有全部长度接地铜排和中性母排。

母排型式试验证书要同标书一起递交。

母排支撑点应是不吸湿的绝缘材料。

主要连接点和母排都要采用经认可方式的相色和其它适当的标识、标签加以

识别。

塑壳空气断路器(MCCB)

塑壳断路器应是模块化设计，安装简单方便，如需加装各种附件(包括分闸线圈、欠压线圈、辅助触头模块、电操结构、各类连接端子)时，不需要改变断路器的结构，便于用户的维护。

分断能力不小于 50kA， $I_{cu}=100\%I_{cs}$ ；

断路器应为零飞弧产品；

壳架电流 400A 及以上采用电子式脱扣器，至少具有 LSI 三段保护，提供长延时、短延时、瞬时保护功能，并具有电流及时间参数整定范围广等特性；壳架电流 400A 以下采用热磁式脱扣器。

脱扣器选型对照表：

描述	Schneider NSX	ABB Tmax	SIEMENS 3VA
热磁式	TMD	TMA	TM
电子式 LSI	Mic2.2/Mic2.3	PR222-LSI	ETU20
电子式 LSIG	Mic6.2/Mic6.3	PR222-LSIG	ETU22

所有提供的塑壳断路器机械寿命与电气寿命不小于以下数值：

额定电流 (A)	机械操作次数 (有维护) (次)	电气操作次数 (免维护) (额定电流时) (次)
100 及以下	20000	15000
160~250	20000	6000
400~630	15000	4000

微型断路器

微型断路器应按 IEC 和 GB 标准设计制造，额定操作电压单极应不小于交流 230V，多极应不小于交流 400V，额定开断电流不小于 10KA，机械寿命不小于 20000 次，具有短路瞬时，过载延时保护。

微型断路器应采用 ABB、西门子、施耐德品牌在国内市场销售的高端系列产品。

开关及熔断开关

隔离开关和负荷开关应按 GB14048.2、IEC947-3 标准设计和制造并符合低压开关柜的操作要求。

- (a) 开断和闭合均应速动，与操作者的动作快慢无关。
- (b) 开关使用类别至少为 AC22 并适合低压开关柜的总额定值。
- (c) 熔断体应从负荷开关处快速拆装。
- (d) 熔断体应按 GB13539、IEC269 标准设计与制造并符合每个装置的相应要求。

接触器

接触器应按 GB14048.4、IEC947.4 标准设计与制造并符合每台低压开关柜的操作要求。

- (a) 使用类别至少为 AC-3，其机械寿命不小于 1 千万次、电气寿命不小于 120 万次。控制电容器的接触器为 AC-6B。
- (b) 每台接触器装有足够的辅助接点及附件以便其它用途。

仪表及指示器

推荐品牌：NATUS 纳图/6NTPM600；Sydenham 赛德翰/MTP60；EATON 伊顿/IQ200 或同档次品牌

低压开关柜仪表及指示设备，其刻度范围及精度应经招标人同意，为了隔离及仪表设备的保护，根据需要应提供电压互感器、电流互感器及熔断器。在每组低压开关柜的进线、母联及主要馈线回路设多功能网络电力仪表与水厂 PLC 通讯。

所有仪表设备、辅件及附件应按有关 GB、IEC 标准及规范制造并经型式及常规试验。

多功能电力仪表由原厂配套提供。

采用智能综合测量仪表，智能化并带 MODBUS（RS485）通讯接口，通讯规约应与监控系统适配。低压智能测量仪表采用单元化配置。智能测量仪表采用整体式液晶显示带通信接口装置（根据需要）。

a.智能测量仪表基本要求：

- 测量参数：U、I、P、Q、S、kwh、kvarh、 $\cos \phi$ 、F、谐波等参数可选。
- 具有开放或标准的通信协议；
- 体积适当，可装于低压抽屉式配电柜上；

—具有毫秒级的事件顺序记录（SOE）功能。

—监测单次谐波的幅值和相角，有助于排除系统故障。

—汉字液晶显示。

b. 电压输入范围：

额定输入：100V、220V、400V 可选

量程范围：1.2 倍额定输入

输入阻抗：1M Ω

功率消耗： $\leq 0.5\text{VA}$ / 相

c. 电流输入范围：

额定输入：5A、1A 可选

量程范围：1.2 倍额定输入

功率消耗： $\leq 0.5\text{VA}$ / 相

d. 相对湿度：0%~95%无凝露

e. 平均无故障时间 ≥ 50000 小时

电涌保护器

低压总进线柜安装 I 级电涌保护器，标称工作电压 380V AC，Iimp 冲击电流 50kA（10/350 μs ），电压保护水平 U_p ：小于 2.5kV。设备厂家应配套提供后备保护器。

自动转换开关(ATS 开关)

PC 级自动转换开关在常用和备用电源之间自动转换。具备手动/自动的功能。数量参见电气图纸。

（1）技术参数

符合标准：UL1008/IEC60947-6-1/ CCC 负载使用类别：不低于 AC-33A

额定工作电压： $\geq 600\text{V AC}$ 额定绝缘电压： $\geq 1000\text{V AC}$ ，50Hz

额定短时耐受电流 I_{cw} 或者和断路器配合的限制短路电流 I_{cn} （380V，AC）：
KA 值不小于安装位置处系统计算短路电流

极数及中性线：4 极转换开关的中性线要求和相线具备相同结构及灭弧能力和载流量，确保在不平衡负载及谐波负载环境下安全运行

极数：参见招标图纸要求

额定电流：参见招标图纸要求

主触头工作位：2 位

结构：一体式 PC 级结构

操作方式：手动/自动及自投自复/自投不自复选择现场可调

转换操作时间： $\leq 100\text{ms}$

(2) ATS 自动转换开关特性

(a) 监测正常电源的三相电压、频率，监测备用电源的三相电压及频率，同时能通过 RS485 接口(通信协议采用 ModBUS-RTU 协议)将上述信号传送至电力监控系统。

(b) 操作机构：采用电磁线圈瞬间激磁，线圈应具备保护功能防止长时间通电引起烧毁故障。

(c) 中性线切换方式

多极开关应具有可靠的机械联动并保证不得使两路电源并联，开关转换时中性线先合后分因此开关转换时不会造成暂态的负荷三相电压的不平衡。

(d) 同相位监视

当正常电源与备用电源的相位差小于 10 度时开关转换，保证开关转换时电动机负荷可靠运转。

(e) 设 0~6 秒转换延时，避免电网电压波动时开关误转换。

(f) 开关从正常电源转换到备用电源有 0~5 分钟延时，从备用电源转换到正常电源有 0~30 分钟延时

(g) 主触点配有灭弧触点（600A 以上含 600A），开关主触头使用寿命长。

(h) 起动电压及频率整定值为 85%—100%可调。

智能除湿设备

推荐品牌：常州敏特电器有限公司；江苏爱森思电气科技有限公司；江阴苏电电气科技有限公司或同档次品牌

智能除湿装置采用新型冷凝除湿方式，一体化设计外形结构，电源及控制部分与除湿装置一体化安装。

主要技术参数：

额定电压：AC220V/50Hz （35℃/85%RH）

额定功率：30W 除湿量 300ML/24h，60W 除湿量 400ML/24h

使用环境：-30℃～70℃ RH1%～RH99%

外壳材质：阻燃 ABS+PC

湿度和温度传感器：数字式免校准（内置）

湿度检测精度：±5%RH

温度检测精度：±1℃

除湿工作温度范围：+0℃～70℃

数据远传方式：RS485，Modbus 通讯协议

整机一体式结构，模块化设计有可拆卸滤网和模块化风扇，中文液晶 OLED 显示。

主要功能要求：

智能除湿装置根据需要可以通过自动/手动开关进行自动工作模式/手动工作模式转换。

可以面板式开孔安装，减小内部空间占用，前面板上配有功能及参数设定按钮，方便现场观测和设置工作模式及修改运行参数。

配有液晶显示屏，并通过显示屏实时显示柜内的温湿度及设备各类参数。

可实时检测柜内环境的温湿度，并按照温湿度控制条件进行自动除湿或停止除湿。

具有低温结霜检测功能，当装置结霜后自动启动化霜功能，保证低温下正常除湿。

可以通过扩展支持加热输出控制功能，能够通过扩展的加热输出控制无源节点外接加热片，在低温高湿的环境条件下，驱动加热片工作，提高空气的容湿能力，解决低温高湿环境下的冷凝除湿效果。

内印刷线路板，接插件，电源等部件应进行防潮，防盐雾，防霉菌的三防处理。

带 RS485 通讯接口，可与上位机联网，具有通讯功能，通讯地址可调；可远程控制、调节运行参数以及故障上报功能。

可配置温湿度集中控制管理器，实现就地控制，并可以将现场数据远传至后台监控装置。

低压功率因数补偿

推荐品牌：上海希形科技，安徽瀚宇电气，上海华浦电气或同档次品牌

低压功率因数补偿柜与低压开关柜并列放置，柜体应采用与低压开关柜同一品牌同一系列柜体。

除柜体应符合低压开关柜相关技术规范外，低压功率因数补偿柜还应符合下列要求：

为方便检修维护，采用无功补偿和谐波治理一体化产品。

调谐滤波电容器组应采用欧美国际知名品牌的干式电容器、调谐滤波电抗器、自动功率因数调整器所组合而成，以自动控制电容器的投入与切离，达到所设定的功率因数并有效抑制谐波电流。

为保证谐振频率准确，电容器、电抗器必须为同一生产厂家生产。

电容器为干式、采用聚丙烯薄膜为电介质，具有自愈功能，并附内部熔丝，内部熔丝同时具有过电流、过压力、过温度保护功能。电容器外壳为铝壳，填充无毒、无燃性物质，防火防爆。

电容器适用温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ，额定工作电压为 480V，间歇使用最大过电压为 $1.1U_n$ ，连续使用最大过电流为 $1.3I_n$ 。端子对地绝缘耐压为 3KV/10 秒，电容器损耗（包含外部放电电阻损耗）应小于 0.4W/Kvar。

采用电阻固定放电，在 30s 内将剩余电压降至 50V。

投切电容器采用交流接触器，应有防止出现浪涌电流的措施。

采用三相、铁心式铜绕组、多气隙滤波电抗器，电气特性符合 VDE0532 及 IEC76 标准。

电抗器电抗值为电容器容抗值的 7%，电抗器自带超高温保护，短路容量可承受 25 倍的额定电流。

应具有自动无功补偿控制装置，可选择手动或自动投入，能够智能控制电容器组循环投切，达到电容器组使用率均衡。

自动无功补偿控制装置应具有电压、功率因数、有功、无功、视在功率、投入段数的测量及显示功能。

自动无功补偿控制装置能够实现欠压保护、过压保护、失压保护、短路保护、缺相保护、谐波保护、 50°C 过温切除保护，并能制动控制温控冷却通风系统。

自动无功补偿控制装置应具备以下报警功能:低/过补偿、投切频繁、低/过电压、功率因素错误,频率错误、电容器组故障、电容器过电流、电容器输出过低。并可实现历史数据追忆功能。

自动无功补偿控制装置应具有 Modbus 通讯总线接口。

低压有源滤波

推荐品牌: 上海希形科技, 安徽瀚宇电气, 上海华浦电气或同档次品牌

低压有源滤波器为封闭式户内成套设备,其功能为用于动态抑制谐波,同时可进行无功补偿,它可对大小和频率都变化的谐波以及变化的无功进行补偿。为保证供电系统安全有效的运行,要求低压有源滤波器满足环境条件、技术先进、生产工艺成熟可靠、结构紧凑、便于安装和维护。

本工程低压电力有源滤波器采用并联型三相四线制有源滤波器。有源滤波器系统主要由以下几部分组成,包括补偿主回路、指令电流运算电路、驱动电路、电流跟踪控制电路、电源系统等。为便于选型和调试,各种规格必须采用同一系列产品。除柜体应符合低压开关柜相关技术规范外,低压有源滤波柜还应符合下列要求:

设备能自动根据电网运行方式的变化和负载的波动调整输出,以抵消电网中的谐波。

有源滤波器的控制系统要求采用大规模可编程逻辑整列 FPGA 的 32 位处理器作为控制芯片,以保证控制系统可靠性和抗干扰能力。

有源滤波器应独立于电网阻抗及系统阻抗之外,不受电网阻抗和系统阻抗变化的影响。

能同时滤除 2~50 次各次谐波,或可设定需要滤波的谐波次段和谐波的目标值并加以滤除。

具有无功补偿功能,该功能的投入使用应可进行设定。可同时进行滤波和无功补偿,滤波和无功补偿容量可按比例、时间的方式自由设定。

滤波器在滤波的同时必须避免过补偿,即有源滤波器可以做到只滤波而不产生无功功率,完全避免过补偿,也可以通过设定目标功率因数,将滤波后剩余的能量用于无功补偿。

可以选择仅消除谐波模式或既消除谐波又进行无功功率补偿模式;在后者情

况下，无功和谐波分量均得到补偿，或者（仅当总容量不足的情况下）能对 IGBT 容量自动进行分配，使无功和谐波容量等比例得到补偿；也可在参数设置中设定无功优先或滤波优先模式。

有源滤波器应具备完整的保护装置，包括过载、过电流、短路等。以及具备系统自诊断功能。

三相负荷电流不平衡时，有源滤波器可正常补偿，中性线滤波能力应能满足需要。

具有缓启动控制回路，以避免启动瞬间过大的突入电流，并限制该电流在额定范围之内。

当系统负载的谐波量大于滤波器补偿能力时，滤波器仍应根据本体容量输出额定电流，继续有效滤波，不发生超载或导致设备损坏而退出运行。

应具有远程通信接口用于接入监控系统。

有源滤波器应具有液晶显示器和操作键的中文人机界面，可进行参数设置、状态改变、信息查看等操作，并能显示运行状况、测量数据、故障报警等信息。

有源滤波器自身的高频载波不能回馈到电网，对其它系统和设备无干扰。

有源滤波装置内部的元器件布置合理，便于今后的运行及维修。

有源滤波器柜内控制器和能量模块之间必须采用光纤通信，以提高数据传输的抗干扰能力,使用排线通信达不到要求。

安装在低压控制柜、箱内的控制和监测设备

所有控制、保护、仪表、主回路、设备应相互隔离，以避免不可接受的危害和电气干扰。低压控制柜、箱控制回路采用不大于 10A 的熔丝保护。

在低压控制柜、箱内仪表及指示设备的刻度、量程和精度应经工程师认可。

所有仪器设备、辅助件和配件应按照 IEC 标准制作，且通过相应的型式和常规试验。

低压控制柜、箱内的辅助导线

连接控制、保护及仪表设备的小线，电流回路应为截面不小于 2.5 平方毫米的多股铜导线，其他回路应为截面不小于 1.5 平方毫米的多股铜导线，绝缘等级为 750V。

柜内小线应整齐地排列夹紧。

所有不与主回路连接的小线应采用同一种醒目的颜色,并在端子处具有持久的标记,符合 IEC446 标准。

每一个功能单元或组件的柜内外小线必须连接在端子排上,端子排要求留有 25% 的备用端子。每根导线将固定在专用的端子上并可根据需要采用连接片进行多根导线端接。每项设备将从公共的中性排上单独引出一根中性线。

24.2.2 在制造厂检查和试验

所有的低压控制柜、箱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。达到 GB50150、GB50171 等标准规定的要求。型式试验包括(不限于)绝缘电阻测量、交流耐压试验和相位检查等。

检查的通知和试验所需的设备

投标人发出工程进展及检查时间的通知,并且提供所需要的设备和招标人代表进行检查和现场试验。

型式试验

5 年内已经鉴定过的型式试验可供招标人复查和确认,所制造的低压控制柜、箱与型式试验的设备具有相同的质量和标准。

批准的证书

在制造厂检查和试验以前,一切有关权力机构以及专业的试验室批准的证书,应提交招标人研究。

对低压控制柜、箱的各项参数,承包商应列出可资证明的数据,并须经招标人认可。

试验的范围和方法

所有的低压控制柜、箱均应按 GB 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。

常规检查和试验

常规试验应包括但不限于:

- (a) 视觉检查——设备的质量、结构、防护等级、总装配和涂层。
- (b) 有关元器件的机械操作。
 - (c) 所有控制、保护和监测设备的电气操作。
 - (d) 所有元器件的整定值。

(e)功能性试验包括模拟操作的程序试验。

(f)绝缘电阻测量。

(g)耐压试验。

(h)相位检查。

记录

所有的试验应按照预定的程序安排和进行，记录报告要由试验人员和制造厂质量控制人员签字。

24.2.3备件

提供低压控制柜、箱连续运行三年所需备件的推荐表，在备件表上要列出单价和确切的数量（不计入投标报价）。

24.2.4制造厂证书

在每台低压控制柜、箱最终试验和试运转以前，制造厂要提交安装完善的证书。

24.2.5指导安装、试验和试运转

当每台低压控制柜、箱运送到现场后，投标人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。

指导安装、试验和试运转应按照预定的安装、试验和调试进度进行，并按总要求实现。

24.2.6培训

应按总要求，对招标人职工进行低压控制柜、箱的常规试验操作及维修的培训。

24.2.7与机械设备配套的电气控制柜（箱）专用技术要求

承包人应负责与机械设备配套电气控制柜（箱）的提供，安装，试运转及包括系统图，控制原理图，端子接线图等电气设备图纸的提供。除控制设备本体外，承包人还应提供包括设备安装所需的各类支架、基础型钢、穿线管、控制设备与电动机之间的连接用动力和控制电缆、以及其它附件的提供和安装，电缆长度应满足工程需要，不应有中间接头。合同总价应包括配套设备及其所有附件的费用。

设备配套电气控制柜（箱）的柜体均采用耐腐蚀的玻璃纤维加强的聚碳酸酯材料或同等机械强度和耐腐蚀性的 06Cr17Ni12Mo2 拉丝不锈钢材料。柜体外形、色彩要求全厂统一协调，并须征得业主许可。箱体应阻燃，全绝缘，防腐蚀，耐

老化，抗冲击。室外用柜（箱）体还应抗紫外线。箱体应满足下列性能：

项目描述性能指标

防腐蚀类型WF2

抗机械冲击强度等级IK08

耐阻燃灼热丝试验750°C

所有需支撑安装的电气控制箱，承包人应配套提供不锈钢支撑件或支架。凡需落地安装的电气控制箱，承包人应配套提供用于安装的槽钢基础，并应能靠墙安装。

（1）电气控制柜（箱）供电电源

厂内所有机械设备电气控制箱供电电源均为 220/380V，电源均引自厂内 10/0.4kV 变电所低压柜或附近动力配电柜（箱），从 10/0.4kV 变电所或动力配电柜（箱）至电气控制柜（箱）的供电电源接入方式均为电缆进线方式。

（2）一般电气控制柜（箱）

与机械设备配套的电气控制柜（箱）应符合下列要求：

- a. 能对主机和辅助设备单独操作和以一条流水线为单元进行联动操作
- b. 配置向 PLC 设备传输各设备状态显示信号的接口
- c. 如有必要控制柜（箱）还应配置通信接口，使设备应具有微机控制功能，（必须符合监控系统通信规约、物理接口、数据格式的要求，支持 DNP3.0 通讯协议）。
- d. 配置短路、过载等保护，特殊电机还应根据电机特点提供专用保护
- e. 控制及保护回路分开，所有按钮，指示灯等必须匹配
- f. 电流及电压指示（数显表）
- g. 柜（箱）面设开（正反转）/停按钮，自动/手动转换开关及紧急停车按钮，手动控制优先。
- h. 柜（箱）面应有开/停，过载及电机故障信号灯
- i. 单机功率大于或等于 30kW 的电动机配置变频器或数字式软启动器，控制柜（箱）应有通风散热系统。其余电机除有变频运行需求外，均为全负荷直接启动，启动压降控制在 10%内。
- j. 柜（箱）应有输入输出信号外接端子，信号类型及要求详见自控部分相关章节。

k. 安装在潮湿环境的控制柜（箱），应配置加热器和温湿度控制器。当湿度达到一定程度或温度发生剧增，有可能产生凝露时，控制器驱动加热器工作，当凝露状况消失后，加热器停止加热，控制器恢复到监测状态。

随设备配套的控制柜（箱）内部所需的控制电源由供方配套实施，控制电源为交流 220V。控制箱接受电源侧应设总进线空气开关，空气开关应有短路及过载保护。控制箱馈电回路应设热保护元件用于电机的过载保护。单机容量 $\geq 30\text{kW}$ 的电动机，馈电回路应设数显电流表用于显示各台电机工作电流。

承包人应根据设备电气控制柜（箱）不同的使用场合、控制要求分别进行设计和供货。

控制箱内电气元件的要求详见低压开关柜“柜内主要设备”章节。所有机械设备配套的控制箱，所采用的电气元件应为同一生产厂家的同一品牌系列，并与低压开关柜内所采用的厂家品牌系列相一致。

24.2.8 电缆

（1）电力电缆

- a. 10kV 电力电缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆。
- b. 1kV 电力电缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电缆。

电缆的各项电气参数应符合其使用条件下的要求，且应考虑以下因数：

- a. 连接负载加上 30%的裕量以及敷设方法引起的降容量。
- b. 电缆电压等级及敷设方法。
- c. 系统的故障水平及持续时间。
- d. 最大环境温度。
- e. 电缆平行敷设的数量。

电缆敷设时不应受落差影响，电缆性能全部达到 IEC502 及 IEC840 等标准要求。

（2）控制电缆

控制电缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆。

电缆的各项电气参数应符合其使用条件下的要求，电缆性能应达到国标（GB）或其它国际标准的要求。

控制电缆的线芯应留有 30%的备用量。

电压电流测量回路的控制电缆截面不得小于 2.5mm^2 ，其它控制回路的电缆不得小于 1.5mm^2 。

(3) 电缆（线）接线盒

当供电电缆截面与其它机械设备配套电气控制箱进线接线端子不匹配而不能直接连接时，承包人有责任提供电缆接线盒。接线盒内应有供电力电缆和控制电缆可靠连接用的铜接线排（或接线端子），接线排或接线端子应能满足在额定和故障状态下电气强度要求，并应满足电气安全净距要求。

所有接线盒的箱体要求采购同一生产厂家的同一品牌系列产品。箱体外形、色彩要求全厂统一协调，并须征得业主许可。箱体应由玻璃纤维加强的聚碳酸脂制成。室外及进水泵房、脱水机房等潮湿的室内场所要求防护等级达到 IP65，鼓风机房等干燥的室内场所要求防护等级达到 IP40。箱体应阻燃，全绝缘，防腐蚀，耐老化，抗冲击。箱体采用模数化组合。室外用箱体还应抗紫外线。箱体应满足下列性能：

防腐蚀类型WF2

抗机械冲击强度等级IK08

耐阻燃灼热丝试验 750°C

24.3 电气设备的安装

总则

(1) 所有设备的安装应满足有关设备制造规范，安装验收规范及产品的安装要求，也应符合电气设备详细安装图纸的要求。因提供的产品与设计图纸不符或其它原因需修改设计图纸的工作应在安装工作开始前完成，该工作作为本安装工程的一部分。

高低压开关柜，变压器及各类配电箱控制箱等在搬运和安装时应采用防震，防潮，防止框架变形和漆面受损等措施，必要时将易损元件拆下。当产品有特殊要求时，应根据产品的特殊要求实施。

(2) 承包人应在设备进场后取得完整的开箱资料，包括设备的合格证书，安装手册，操作手册，维护保养手册等文件，并应从供货商处获得设备安装所必需的设备安装指导手册和设备安装参数等交接资料。

(3) 承包人应在设备安装前取得完整的设备施工安装图纸，并应对图纸提出的各种要求作详细的了解和全面的复核与计算。

(4) 承包人在设备安装过程中严格按合同执行并建立工程联系单事项，在设备安装过程中对设备安装的修改和调整应以书面形式向业主和监理工程师提交报告，并应在得到肯定的书面答复后方可执行。

(5) 承包人应在设备安装竣工后向业主提交下列文件：

- a. 所有电气设备的合格证书，安装手册，操作手册，维护保养手册等文件。
- b. 电气设备的通电试验报告，包括耐压试验和绝缘试验报告。
- c. 完整的工程联系单。
- d. 完整的电气设备安装竣工图
- e. 电气设备的试运行报告
- f. 其他必需的附加文件。
- g. 电业部门的验收报告

上述文件应装订成册。

低压开关柜及配电柜（箱）的安装

低压开关柜及配电柜（箱）到达现场后，承包人应在规定期限内作验收和检查，并应符合下列要求：

- (1) 包装及密封良好
- (2) 开箱检查型号及规格符合设计要求，设备无损伤，附件备件齐全
- (3) 产品的技术文件齐全
- (4) 外观检查应合格

承包人在进行高低压开关柜及配电屏（箱）的安装前应对土建施工提供的设备安装条件包括沟槽尺寸及预埋件的位置等进行检查和验收，如果土建条件未能符合设备安装条件时，承包人有责任协助土建单位作必要的修正。

所有开关柜和配电箱在安装前应作全面的特性测试。

所有设备安装用的紧固件，除地脚螺栓外，应用热镀锌制品，开关柜和配电箱内母线的涂漆颜色应符合规范规定。

开关柜和配电箱的基础型钢安装允许偏差应符合下列要求：

- (1) 不直度偏差每米不大于 1mm，全长不大于 5mm。
- (2) 水平度偏差每米不大于 1mm，全长不大于 5mm

基础型钢应可靠接地，柜箱本体及内部设备与各构件连接应牢固，柜箱本体

与基础型钢应用螺栓连接，基础型钢应除锈油漆。

开关柜与配电箱单独或成列安装时，其安装允许偏差应符合下列要求：

- (1) 相邻两柜或箱顶部水平度偏差不大于 2mm
- (2) 全部柜或箱顶部水平度偏差不大于 5mm
- (3) 相邻两柜或箱面不平度偏差不大于 1mm
- (4) 全部柜或箱面不平度偏差不大于 5mm
- (5) 柜与箱间接缝偏差不大于 2mm
- (6) 柜与箱垂直度偏差每米不大于 1.5mm

低压抽屉式开关柜的安装应符合下列要求：

- (1) 抽屉推拉应灵活轻便，无卡阻及碰撞现象，相同型号的抽屉应能互换
- (2) 抽屉的机械连锁或电气连锁装置应动作准确可靠，断路器分闸后，隔离触头才能分开

- (3) 动触头和静触头的中心线应一致，触头接触紧密
- (4) 抽屉与柜体间的二次回路连接插件应接触良好
- (5) 抽屉与柜体间的接触及柜体，框架的接地应良好

凡需悬挂安装的配电箱，应用型钢制作固定支架，将其固定在墙上或栏杆上，安装高度详见图纸说明，安装支架应作必要的除锈及防腐处理。

电缆的安装

(1) 电缆在敷设前应按下列要求进行检查：

- a. 电缆通道畅通，预留穿线管无堵塞现象
- b. 电缆型号，电压及规格应符合设计要求
- c. 电缆外观无损伤，绝缘良好
- d. 敷设前应按设计和实际路径计算每根电缆的长度，避免电缆接头。
- e. 在带电区域内敷设电缆，应有可靠的安全措施
- f. 所有电缆应是新颖的，并且应附有制造厂的商标原封包装到现场

(2) 电缆走向

- a. 电缆走向应按工程图纸根据标书的要求进行安装
- b. 电力电缆不能多根同穿一根穿线管
- c. 应留有适当的空间以保证电缆间最小的间距，曲率半径，固定件及终端

盒的安装，发生故障时所有电缆应能移动和更换。

（3）电缆安装

电缆应按下述各种使用范畴采取隔离措施：

- a. 电力电缆（线电压大于 1000V）
- b. 电力电缆（线电压小于 1000V）
- c. 仪表/遥测电缆
- d. 控制电缆
- e. 电信电缆

电力电缆在支架上水平敷设时，净距不应小于 35mm，且不应小于电缆外径。

电缆的安装应符合下列要求：

- a. 所有电缆不允许有中间接头，只有在业主工程师书面同意后才能使用
- b. 所有的电缆桥架，线夹，吊钩及所有钢结构支架的金属部分均应按照标准热镀锌。
- c. 电缆支架的间距，水平方向一般为 600mm，垂直方向为 1000mm。
- d. 在电缆安装前应先将穿线管，桥架等安装竣工，电缆及导线在穿管和桥架中夹紧前应事先估计长度，电缆不允许在管内桥架内硬拖。
- e. 在电缆接口处应将电缆编上回路号的持久标志牌。
- f. 电缆抽取后应立即敷设防止机械损伤，电缆的安装应采用支撑，导板绞车，托盘或其它设备等工具。
- g. 电缆在安装进程及最后就位时应保证其曲率半径符合规定的要求，并在各种情况下满足制造商所推荐的要求。
- h. 电缆进入开关柜，设备机壳及电缆盒时，每根电缆应采用合适的铜质夹件来固定。

（4）电力电缆的封头

所有电力电缆应采用专业厂制造的压接型接头并应与导体尺寸匹配，应按接头制造商所推荐的要求采用专用工具将接头压接，在接头处应保持电缆绝缘不损伤并以相色收缩套圈加以密封。

（5）电缆接头

所有电缆在敷设时应无接头，承包人在各种情况下有责任精确地测定电缆所需的长度。

若电缆太长不可避免中间接头时,应征得监理工程师书面同意并决定接头的位置和型式,电缆接头应配合电缆尺寸及结构采用专业生产的热收缩或环氧树脂塑壳型的接头箱。电缆接头箱要有明显标志,并注明电缆走向。

(6) 电缆敷设标志

当电缆进入构筑物时,应在电缆上方高出地坪 300mm 处用黄铜或其它不易腐蚀的材料制成标志牌固定在构筑物外墙墙面上。

在电缆所有的接头处,转弯处或直线距离不超过 50m 处均应在地坪上设置电缆标志牌,标志牌应选用高不小于 200mm 的牢固材料制作,标志牌上的图案在提出后应取得监理工程师的同意。

标志牌上应用英语及中文标写“电力电缆”。

接地的安装

本接地安装的工程范围为除室外接地极,室外接地网及接地网引出线以外的所有电气设备的接地安装。

承包人应在室内接地工程安装之前,对土建单位完成的接地极及接地引出线作全面的检查和测试,且须经安装单位复核并书面确认,当接电电阻不符合设计要求时,承包人有责任提出对土建的要求。

(1) 电气设备的下列金属部分均应可靠接地或接零:

- a. 变压器低压侧中性线引出线
- b. 电机,变压器,开关柜,配电箱,控制屏等金属底座,金属框架和外壳
- c. 配电间金属门,户外构筑物金属栏杆,电缆铠装层和电缆穿线管
- d. 电缆桥架和电缆支架
- e. 空气型母线槽金属外壳

(2) 接地线的敷设应符合下列要求:

- a. 接地线及其紧固件应采用热镀锌防腐措施
- b. 接地线在穿过墙壁,楼板和地坪处应加装钢管保护
- c. 接地干线应在不同的两点及以上与接地网相连接
- d. 室内接地线离地 300mm 沿墙水平敷设
- e. 高压配电间,变电所,控制室及其它装有配电箱设备的房间,均应设置供临时接地线使用的接线板和螺栓

f. 接地线的连接应采用焊接，焊接必须牢固无虚焊，连接至电气设备上的接地线，应采用热镀锌螺栓连接

g. 当利用金属构件，金属管道等作为接地线时，应保证其全长为完好的电气通路。