

## 一、工程概述

1、该工程为沈阳供热集团锅炉更换工程，规模为两台 SZL-35-AII 蒸汽锅炉安装部分工程项目。

### 2、锅炉主要参数

锅炉蒸发量 35t/h      锅炉工作压力 1.6Mpa

额定蒸汽温度 204℃

### 4、工程特点

该工程工程量大，质量要求高，系统安装工期短，仅为 80 个工作日，为保证优质高效地完成该锅炉安装工程，必须科学地安排合理地组织、精心地施工。

### 5、设计单位

### 6、建设单位

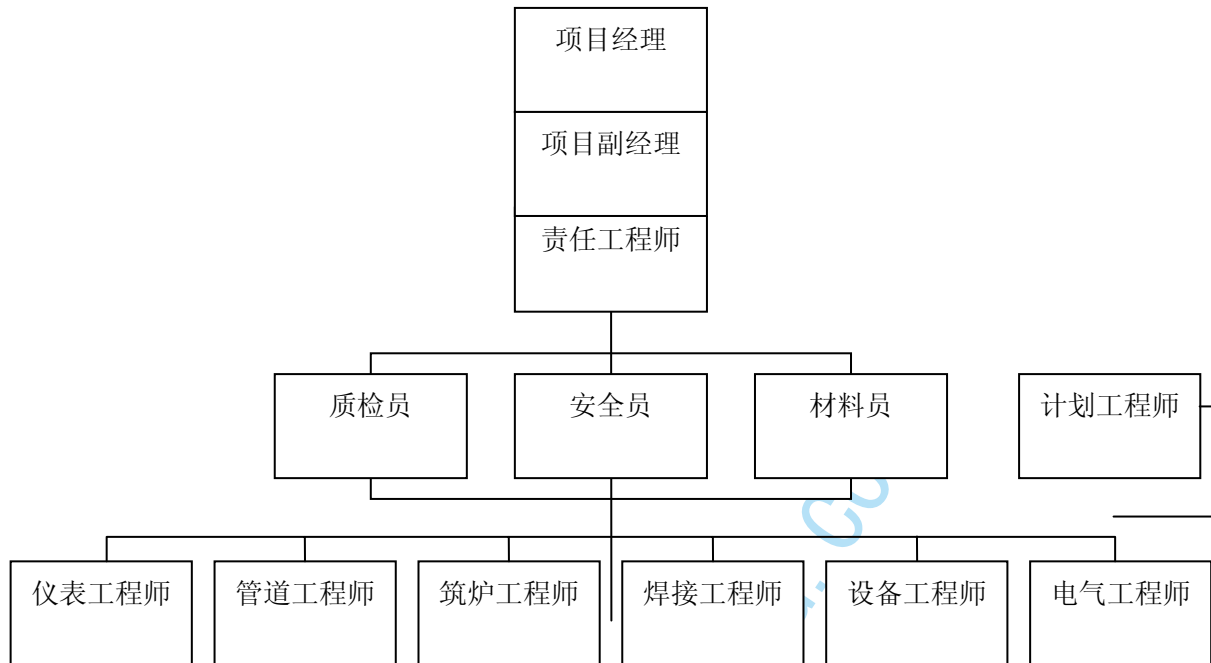
### 7、工期

2006 年 7 月 20 日——2006 年 10 月 10 日

## 二、编制依据

- 1、《蒸汽锅炉安全技术监察规程》劳动部发（1996）276 号。
- 2、《电力建设施工及验收技术规范》（锅炉机组篇）DL/T5047-95。
- 3、《电力建设施工及验收技术规范》（电力发电厂焊接篇）DL5007-92。
- 4、《电力建设施工及验收技术规范》（管道篇）
- 5、《工业炉砌筑工程施工及验收规范》GB50273-98。
- 6、《电力建设施工及验收技术规范》（汽轮机组篇 DL5011-92）
- 7、《火电施工质量检验及评定标准》
- 8、C6-4.9/0.98《汽轮机使用说明书》
- 9、《机械设备安装工程施工及验收规范》
- 10、《电力建设施工使用说明书和安装图》（电气篇）
- 11、6000KW 发电机使用说明书和安装图》
- 12、《工业自动化仪表工程施工及验收规范》GBJ93-86
- 13、《自动化仪表安装工程质量检验评定标准》GBJ131-90

### 三、项目经理部组织机构



### 四、主要施工方法及技术措施

#### (一)、锅炉安装

本工程所采用的锅炉为无锡太湖锅炉有限公司，锅炉型号：SZL35-1.6-AII（2台）主要参数：额定蒸发量 35t/h，额定设计压力 1.6Mpa，进口水温度 105 °C，饱和蒸汽温度 204 °C 炉排面积 35.2m<sup>2</sup>，设计煤种 II 类烟煤。

锅炉安装后主机外型尺寸：13000\*7600\*9500（长\*宽\*高）

质量标准：合格

工期要求：7月20日-10月10日

#### . 锅炉安装程序：

施工准备→设备清点→基础验收→钢架组合→钢架安装→梯子平台安装→锅筒集箱安装→金属结构安装→膜式壁安装→省煤器安装→过热器安装→锅炉本体管道及本体附件安装→锅炉水压试验→空气预热器及热风道安装→炉墙砌筑及本体保温→热风道安装→烘煮炉→严密性试验及吹扫→168 小时试运行→竣工验收。

#### 1. 设备清点：

锅炉设备清点在建设单位的组织下，会同建设单位、监理单位、锅炉制造厂的有关人员按设备装箱清单逐件进行清点，设备的制造质量按《蒸汽锅炉安

全技术监察规程》劳部发（1996）276 号和《电力建设施工及验收技术规程》（锅炉机组篇）DL/T5047-95 进行检验，清点检验后的设备按规定要求进行存放保管。

### 2. 基础验收：

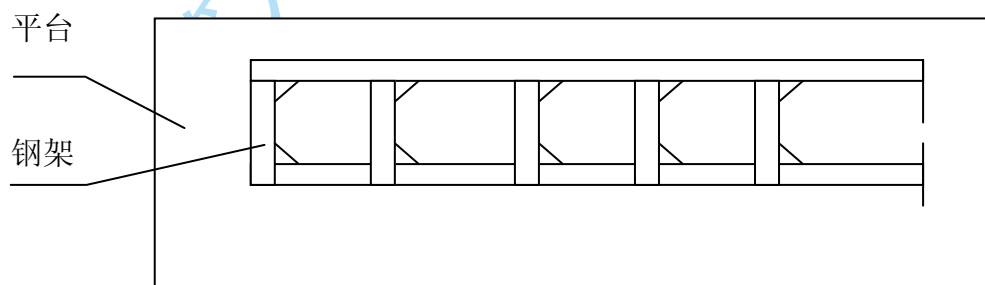
锅炉基础验收在建设单位或监理单位的主持下，会同基础施工单位共同进行，基础施工单位在锅炉基础验收时应提供锅炉基础混凝土强度报告，锅炉基础的混凝土检测强度必须大于设计强度。

锅炉基础的外形尺寸应符合下表要求：

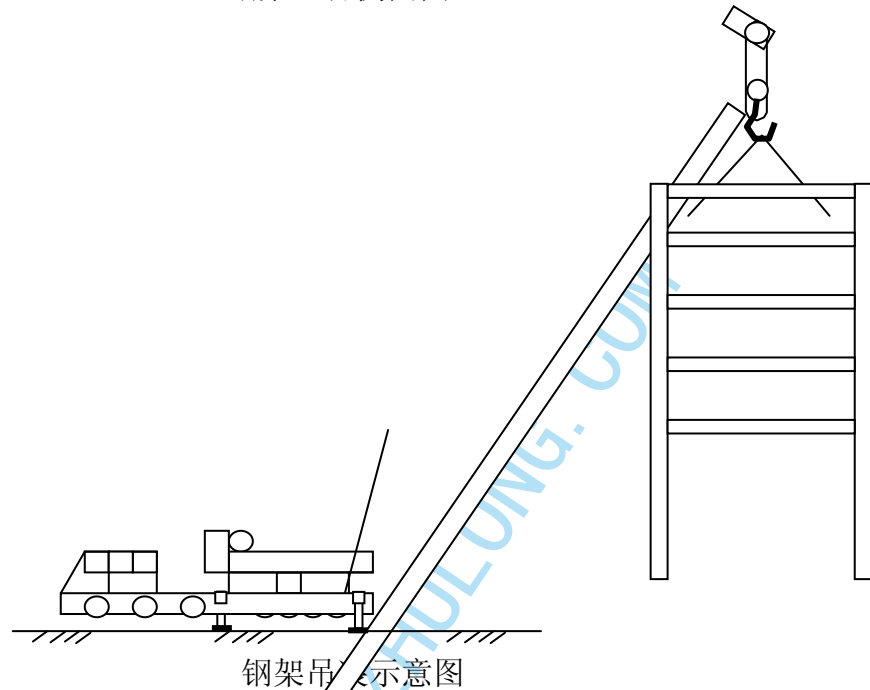
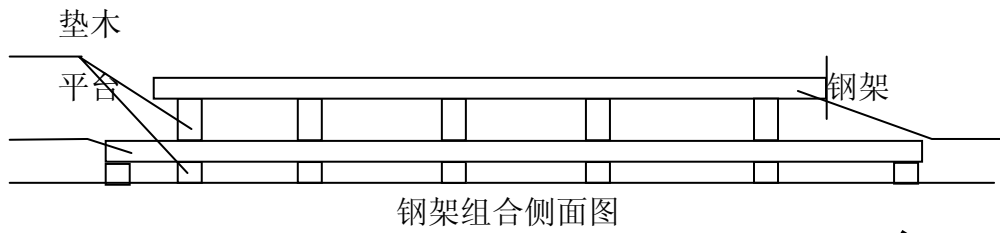
项次	项 目	允许偏差 (mm)
1	坐标位置（纵横轴线）	±20
2	不同平面标高	-20
3	外形尺寸（平面）	±20
4	平面的水平度	每米 5，全长 10

### 3. 钢架组合安装：

在施工现场搭设 10×20m 钢平台一座，在钢平台上进行钢柱的校验，在钢平台上将钢柱上将组合成门式钢架，钢柱及钢梁采用冷校验法进行校验。钢架组合时用钢盘尺、水准仪和经纬仪测量钢架组合尺寸，钢架组合时采用手工电弧焊，Q345 材质用 E5015 电焊条，Q235 材质用 E4303 电焊条。钢架用 120t 汽车吊进行吊装，钢架吊装时设两个吊点，3/4" 钢丝绳做为吊索。钢架的标高用水准仪进行测量，钢架的垂直度用经纬仪进行测量。钢架组合平面、侧面及吊装示意图如下：



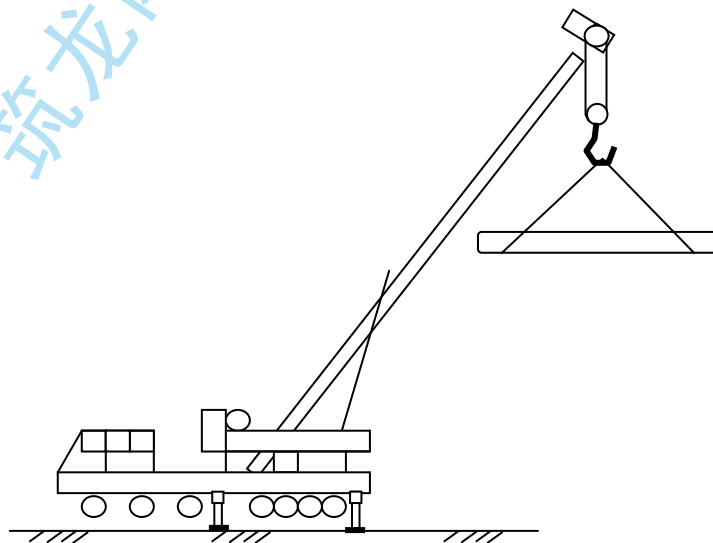
钢架组合平面示意图



#### 4. 锅筒及集箱安装:

锅炉汽包在安装前,用 500mm 长铁水平尺测量鞍座底面的水平度,在锅筒的外侧标示出锅筒的安装位置线。

锅筒用 30 汽车吊进行吊装,吊装时设置两个吊点,用 1" 钢丝绳做为吊索。汽车吊的站位及锅筒吊装时的摆放位置。锅筒吊装示意图如下:



锅筒安装应符合下表要求：

序号	项目名称	允许偏差 (mm)
1	纵向中心线不平度	2
2	鞍座与锅筒间隙	局部 2
3	膨胀间隙及方向	符合设计要求
4	锅筒中心线与炉膛中心线	2
5	锅筒中心线标高	± 2

集箱安装时用 5t 慢轮卷扬机做为吊装机械，吊装时设两个吊点，用 3/4 “钢丝绳做为吊索。集箱安装时以锅筒中心线为基准，控制集箱中心线和标高。

集箱安装时应满足下表要求：

序号	项目名称	允许偏差 (mm)
1	集箱与锅筒的间距	± 3
2	标高	±5
3	水平度	纵向 $\leq 1/1000$ 且 $< 2$ 横向 $\leq 1/1000$ 且 $< 1$
4	集箱与钢架中心线距离	± 5

#### 5. 水冷系统安装：

水冷系统安装前先检查膜式壁组合件的几何尺寸，水冷系统的光管在钢平台上放样进行校验。安装时用 5t 慢轮卷扬机进行吊装。水冷系统安装时的焊接，膜式壁管采用手工钨极氩弧焊，材质为碳素钢时焊丝采用 H08A，材质为合金钢时焊丝采用 H08CrMoVA。管道壁厚 $> 5\text{mm}$  焊接采用氩弧焊打底手工电弧焊盖面，手工电弧焊盖面时，材质为碳素钢的焊条采用 E5015 电焊条；材质合金钢的焊条采用 EXXXX。水冷系统的密封装置和固定装置的安装焊接采用手工电弧焊，焊条采用 E4303 电焊条。

水冷系统安装应符合下表要求：

序号	项目名称	允许偏差 (mm)
1	联箱水平度	2
2	组件对角线	10
3	组件宽度	$2/1000$ 且 $\geq 15$

4	火口纵横中心线	±10
5	组件长度	±10
6	组件平整度	±10
7	联箱间中心线垂直距离	±10
8	对接错口	<壁厚 10 %且> 1
9	管口端面倾斜	≤0.5

#### 6. 过热器安装:

过热器蛇形管在安装前按锅炉工作压力的 1.5 倍进行水压试验, 过热器水压试验后, 用压缩空气进行通球检验, 所用的球用硬质木材, 球直径按管道内径的及管道的弯曲半径而定。压缩空气吹扫时气体流速不小于 20m/S。过热器分高温和低温两级, 高级过热器材质为 15CrMnG, 低温过热器材质为 20#, 过热器的固定装置材质为碳素钢和合金钢。过热器管道焊接采用手工钨极氩弧焊, 固定装置焊接采用手工电弧焊, 焊丝和焊条分别采用 H08Mn2SiA、H13CrMo 和 E4303、E0-19-10Nb-16。

过热器安装应满足下表要求:

序号	项目名称	允许偏差 (mm)
1	蛇形管间距	±5
2	蛇形管自由端长度	±10
3	管排平整度	≤20
4	边缘管与炉墙间隙	符合设计要求
5	管子对接偏折度	≧1
6	组件宽度	±5
7	边缘管不垂直度	±5
8	组件边管对角线	10
9	顶棚管排平整度	±5
10	管子对接错口	≤管壁厚的 10%

#### 7. 省煤器安装:

省煤器蛇形管在安装前按锅炉工作压力的 1.5 倍进行水压试验, 水压试验后用压缩空气进行通球试验, 所用球为硬质木材, 球直径按管道内径的及管道

的弯曲半径而定。压缩空气吹扫时气体流速不小于 20m/S。省煤器材质为 20°，省煤器蛇形管焊接采用手工钨极氩弧焊，焊丝采用 H08A，固定装置采用手工电弧焊，电焊条采用 E4303。省煤器安装应满足下表要求：

序号	项目名称	允许偏差 (mm)
1	组件宽度	±5
2	组件对角线	10
3	联箱中心距蛇形管端部长度	±10
4	组件边管垂直度	5
5	边缘管与炉墙间隙	符合设计要求
6	管子对接偏折度	≧1
7	管子对接错口	≤管壁厚的 10%
8	蛇形管间距	±5
9	蛇形管水平和垂直度	±5
10	蛇形管排平整度	±5

#### 8. 梯子平台安装：

锅炉钢架安装合格后进行梯子平台安装，安装时自下而上进行，平台支撑安装合格后用卷扬机将平台吊装就位，用手拉葫芦进行找正，梯子平台的栏杆和扶手随梯子平台同时进行安装。梯子平台及栏杆扶手的焊接采用手工电弧焊，焊条采用 E4303 电焊条。

梯子平台安装应符合下表要求：

序号	项 目 名 称	允许偏差 (mm)
1	平台高度	±10
2	平台与钢架中心距离	±10
3	梯子安装角度	符合时间要求
4	上下踏步间距	符合时间要求
5	栅架安装方向	符合时间要求

#### 9. 锅炉本体管道安装：

锅炉本体管道中所安装的阀门在安装前进行强度和严密性试验，试验时用

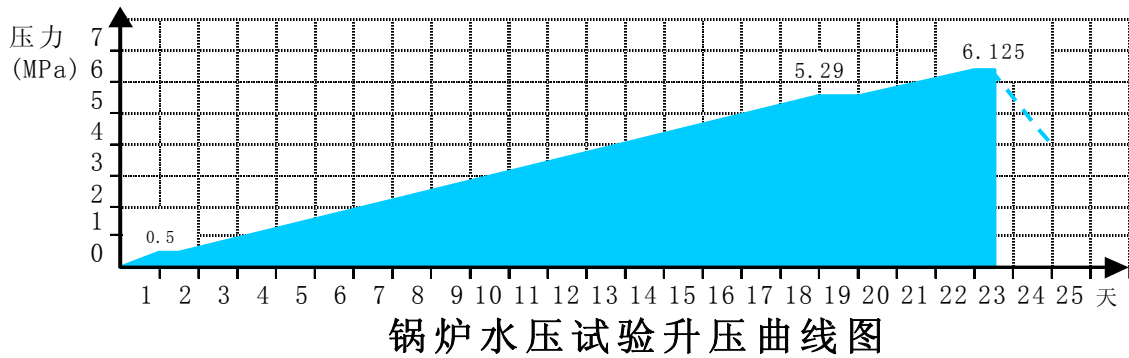
清水做为试验介质，强度试验压力为阀门的公称压力的 1.5 倍，严密性试验压力为阀门的公称压力。锅炉本体管道中法兰连接处的垫片采用石墨缠绕垫片。锅炉本体管道的材质为 20#，锅炉本体管道焊接时，当管道壁厚 $\leq 5\text{mm}$  时采用手工钨极氩弧焊，当管道壁厚 $> 5\text{mm}$  时采用氩电联焊，焊丝采用 H08A，焊条采用 E4303。锅炉本体管道安装应符合下表要求：

序号	项目名称	允许偏差 (mm)
1	管子对接错口	$< \text{管壁厚 } 10\%$ ，且 $< 0.5$
2	管子对接偏折度	$< 1$
3	管子安装标高及座标	$\pm 5$
4	管端长度	$\pm 5$

#### 10. 锅炉本体水压试验：

锅炉汽水系统和本体管道安装结束且检验合格后进行锅炉本体水压试验，锅炉本体水压试验压力为  $5.29 \times 1.25 = 6.6125\text{Mpa}$ 。锅炉水压试验时用清水做为试验介质，环境温度应高于水的露点温度。通过锅炉给水操作台向锅炉进行充水，锅炉汽水系统中的空气由锅筒和过热器出口集箱处排出。水压试验是在锅筒、过热器出口集箱和给水操作台处各安装一块 Y-150 0-10Mpa 1.5 级压力表，水压试验时以过热器出口集箱处压力表的读数为试验压力数。水压试验时所用的压力表在使用之前到国家指定的检测部门进行校验，确定合格后安装使用。锅炉水压试验时用电动试压泵进行升压，升压速度 $> 0.3\text{Mpa}/\text{min}$ ，当压力达到 0.5Mpa 时，停止升压对人孔、手孔及法兰连接处的螺栓进行紧固，然后再将压力升到锅炉的工作压力对所有的受压部件进行一次初检，确认无异常后将压力升到试验压力，在试验压力下稳压 20min，所有焊缝及法兰连接处无渗漏，受压部件无变形，将压力降到锅炉工作压力对锅炉受压部件进行全面的检查，在检查期间无压力降为水压试验合格。锅炉水压试验合格后锅炉安全监察部门建设单位安装单位的技术负责人应在锅炉水压试验报告上签字。





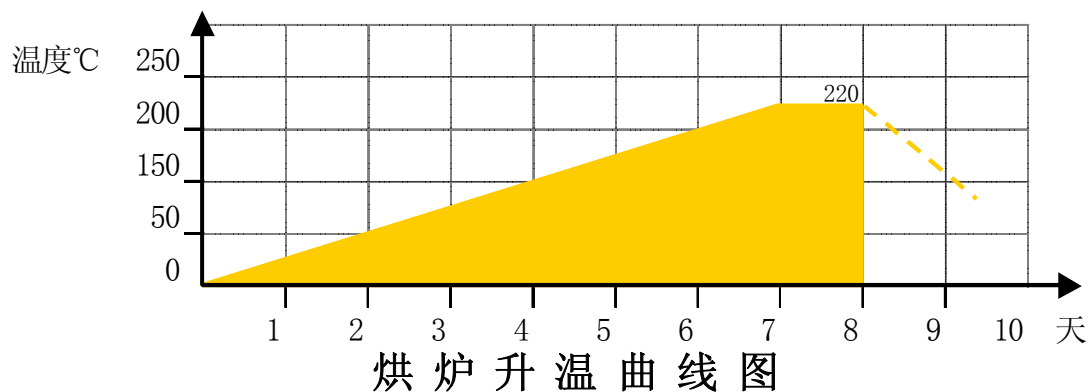
### 11. 空气预热器安装:

空气预热器联箱和空气预热管箱框架材质为 Q235，安装时用卷扬机将空气预热器管箱吊装就位，用手拉葫芦进行找正安装。空气预热器的焊接采用手工电弧焊，焊条采用 E4303。空气预热器的严密性与炉墙的漏风共同进行，严密性试验时用蜡烛火焰进行检查确定空气预热器的严密性。空气预热器安装应符合下表要求：

序号	项 目 名 称	允许偏差 (mm)
1	管箱顶面标高	±10
2	管箱顶部对角线	15
3	管箱与钢架中心距离	±15
4	管箱垂直度	5
5	上部框架不平度	3
6	补偿器安装位置	3

### 12. 烘炉:

炉墙漏风试验合格后开始进行烘炉，烘炉时间暂定为 7 天。烘炉时以木材为燃料。烘炉前在炉床上铺设 10mm 以下的炉渣 200mm 作为隔热层。



烘炉时，前期用木柴为燃料，利用烟囱自生风排烟。烘炉后期用优质煤为燃料，启动鼓引风机排烟。

烘炉时，烟气温度测点设在水平烟道处，每小时温升不超 10℃，每天温升不超 100℃，后期排烟温度控制在 220℃。

烘炉后期当水平烟道处耐火砖外表面温度达到 120℃时，保持 24 小时后既为合格。停止向炉内投燃料。

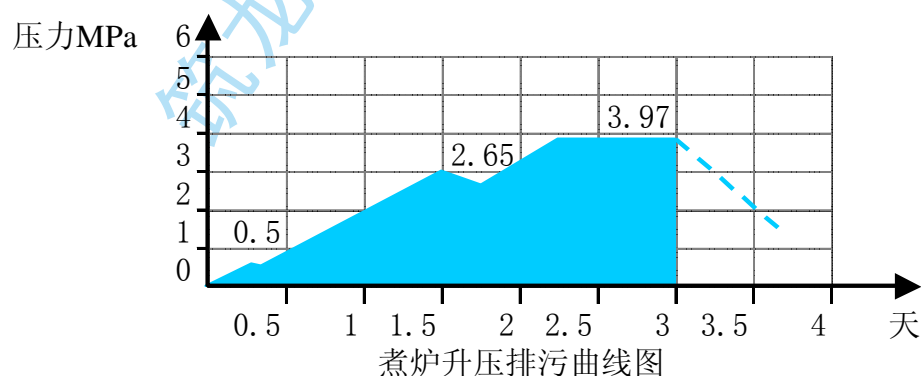
### 13. 煮炉

锅炉附属各系统已试运合格，热控系统已调试合格，并有充足的燃料和软化水时开始进行煮炉。

煮炉采用加碱煮炉，药品为磷酸三钠和氢氧化钠，磷酸三钠按 2-3Kg/Kg 水、氢氧化钠按 2-3Kg/Kg 水的用量溶解后加入锅炉汽包内。

煮炉前，利用锅炉加药系统的溶解槽将药品溶解，用塑料桶运到炉顶，将溶解的药品直接加入汽包内，加药时，汽包水位在低水位处避免药品进入过热器内。

煮炉时，当压力达到 0.5Mpa 时，在锅炉各排污点进行一次排污，排污量为 3—5t，压力达到 2.65Mpa 时，排污量达 7—10t 时，在煮炉过程中经常检查锅炉中炉水的含药量，当炉水中的含药量低于 45ppm 时应进行补充加药。在压力达到 3.97Mpa 后再煮 24 小时后，可由各排污点轮流排污换水。煮炉结束后用软化水对锅炉汽水系统进行冲洗，冲洗后打开锅筒的人孔和集箱的手孔清除内部的附着物和残渣。



### 14. 锅炉严密性试验:

锅炉煮炉结束后对锅炉本体进行严密性试验，在锅炉压力达到 0.5-0.6Mpa 时对锅筒的人孔和集箱的手孔及法兰连接处进行热紧。严密性试验时调整安全

阀的启跳和回座压力，过热器出口集箱安全阀的启跳压力为 5.5Mpa，回座压力为 5.22Mpa，锅筒安全阀的开启压力为 6.08Mpa，回座压力为 5.77Mpa，开启试验不少于 3 次。安全阀调整后对过热器进行吹扫，过热器吹扫不少于两次。在锅炉严密性试验时对锅炉的各部位的膨胀情况进行检查。在锅炉上水前、后和压力分别达到 0.5Mpa、2.65Mpa、5.29Mpa 时检查记录锅炉各部位膨胀数值。

#### 15. 锅炉点火运行：

在锅炉运行的各项试验全部结束并合格后，进行锅炉的点火运行工作，锅炉点火前在炉床上铺设 500mm 厚 5~10mm 之间的炉渣，用轻油或木碳将炉料加热到 850~900℃ 时向炉床内投入燃料，逐渐使锅炉燃烧达到正常燃烧状态。锅炉点火时如用轻油做为加热燃料则应逐床进行点燃，如用木碳点火则应各床同时进行点燃。在向炉内投入燃料时应认真观察燃料的燃烧情况，以便确定燃料的投入量，防止因燃料投入量过大炉内结焦。在点火过程中要随时调整锅炉的鼓引风系统的供风量和排烟温度。并应认真观察锅炉汽水系统中的压力温度变化并及时调整汽水系统的温度，防止过热器超温。当锅炉燃烧及汽水系统都达到正常连续运行 168 小时后，无异常现象出现即可交付生产单位使用。

#### 16. 锅炉安装焊接及检验：

锅炉安装过程中的焊接工作应由经过培训并取得合格资格的人员来完成，在焊接工作开始前应编制焊接工艺指导书，在焊接工艺指导书中应明确焊材的牌号和规格及烘干要求，焊缝的保温及热处理的方法。在焊接前现场焊接技术管理人员要向参加施焊人员进行焊接交底，施工过程中由专职质量检查员对焊缝的外观进行检查，外观检查合格后进行焊缝的内部质量进行检查。

锅炉焊缝的内部质量用 X 射线进行检验，X 射线的检验时按管道的规格及焊缝数量确定检验比例数，X 射线检验数量不低于焊缝总数的 25%，X 射线检验后按 GB3323-82 的规定进行评定，达到 II 级以上为合格，出现不合格时加倍进行检验，不合格的焊缝返修次数不允许超过 2 次。

### 起重机安装方案

#### 1. 设备验收

- 1) 检查技术文件是否齐全
- 2) 型号规格数量是否符合技术文件要求。
- 3) 机电设备应无变形，损伤和锈蚀，钢丝绳不得有锈蚀、损伤、弯折、扭

结和松散现象。

4) 验收后的设备及零部件妥善保管，并做好标识，技术资料专人保管。

## 2. 轨道验收

会同建设单位代表、监理单位代表、土建单位代表共同对安装后的吊车轨道进行验收，应符合以下要求：

1) 轨道实际中心线对安装基准线的水平位置的偏差不应大于 5mm。

2) 起重机轨道跨度的偏差应按下列式计算，但最大不应超过±15mm。

$$\Delta S = \pm [3 + 0.25 \times (S - 10)]$$

式中  $\Delta S$ ——起重机跨度的允许偏差 (mm)

S——起重机轨道跨度 (m)

3) 同一截面内两平行轨道的标高相对差不应大于 10mm。

4) 轨道顶面纵向倾斜度不应大于 1/1000，全行程内高低差不应大于 10mm。

5) 两平行轨道的接头位置宜错开，其错开距离不应等于起重机前后车轮的基距。

## 3. 起重机安装

用 25t 汽车起重机先将吊车横梁吊到轨道上按出厂标记进行组装，然后吊装小车，安装钢丝绳、抓斗、吊钩、起重机组装应符合以下要求。

桥式起重机桥架组装的允许偏差

名称	允许偏差 (mm)	备注
对角线的相对差	10	
小车轨距	±3	
同一截面小车轨道高度差	3	

## 4. 试运转

### 1) 试运转前的检查

A. 电气系统、安全连锁装置、制动器、照明和信号系统等，动作应灵敏和准确。

B. 钢丝绳端的固定及其在吊钩，取物装置滑轮和卷筒上的缠绕应正确、可靠。

C. 各润滑点和减速机所加的油、脂的性能、规格和数量应符合设备技术文件的规定。

## 2) 空负荷试运转

A. 操作机构的操作方向应与起重机的各机构运转方向相符。

B. 分别开动各机构的电动机,其运转应正常,大车和小车运行时不应卡轨,各制动器能准确及时动作,各限位开关及安全装置应准确、可靠。

C. 当吊钩下放最低位置时,卷筒上钢丝绳的圈数不应少于 2 圈。

## 3) 静负荷试运转

A. 起重机停在厂房柱子处。

B. 按下列程序进行静负荷试运转。

a. 先开动起升机构,进行空负荷升降操作,并使小车在全行程上往返运行,此项空载运转不少于三次且无异常现象。

b. 将小车停在起重机的跨中,逐渐的加负荷做起升试运转,直至加到额定负荷后,使用小车在桥架全行程上往返运行数次,各部分应无异常现象,卸去负荷后桥架结构应无异常现象。

c. 将小车停在桥式起重机的跨中,无冲击地起升额定起重量的 1.25 倍的负荷,在离地面高度为 100-200m 处悬吊停留时间不应小于 10min,并无失稳现象,然后卸去负荷将小车开到跨端成支腿处,检查起重机桥架金属结构应无裂纹焊缝开裂,油漆脱落及其它影响安全的损坏或松动,此项试验不得超过三次,第三次应无永久变形。

## 4) 动负荷试运转

各机构的动负荷试运转应在全行程上进行,起重量为额定起重量的 1.1 倍,累计运动及运行时间不应小于 1h,各机构的动作应灵敏可靠,安全保护,联锁装置和限位开关的动作应准备可靠。

### (四) 热控系统安装、调试

主要工程量为变送器安装、调试 93 台、电动执行器及电动阀安装校验 25 台,铂热电阻(偶)安装 124 支、双金属温度计安装 43 支、压力表安装、校验 50 块、各种仪表阀门安装 302 个,其它仪表设备安装 164 台、仪表盘柜安装 13 台、管路敷设 6811 米、电缆敷设 22474 米、系统模拟度验 287 回路、桥架敷设 409 米。

#### 1、取源部件安装

取源部件安装时,在管道、设备上开孔与焊接应与管道、设备的施工同时

进行，并应在管道、设备的防腐、吹扫、试压前施工完成。取源部件的安装位置应根据现场的实际民政部及设计规定选取。

## 2、仪表柜安装

仪表柜安装应牢固、垂直、平正，垂直度允许偏差为每米 1 毫米。安装用的紧固件表面应有防锈层。出库时应核对仪表柜的型号、规格是否符合设计规定，盘面的仪表安装孔是否符合要求。仪表柜的安装位置应符合设计要求，并且保证光线充足，环境干燥。对于区域安装的仪表柜其密封性能和防爆性能必须满足要求。仪表保温(护)箱的安装应垂直、平整、牢固，水平方向的倾斜度应在 3mm 范围内。

## 3、仪表设备安装

仪表设备安装前应按设计图纸详细核对其型号、规格及材质。仪表附件应齐全，外观完好无损，并且有出厂合格证及安装使用说明书等有关材料。压力表、变送器、调节阀、热电阻等仪表在安装前应进行单体校验，仪表安装时不应受到敲击及振动，安装应牢固端正，安装位置应光线充足、通风良好、操作维修方便的地方，同时作好安装记录。分析仪表取样点的安装应设在无层流、涡流、无空气渗入、无化学反应过程的地点，分析仪器应可能靠近取样点，以保证分析数据准确。安装在工艺管道上的仪表或测量元件，在管道吹洗时应将其拆下，待管道吹洗完成再重新安装。现场仪表安装后应采取必要的防护措施。

## 4、电缆汇线槽敷设

汇线槽的安装位置应避开高温设备及腐蚀场所。安装时先主干线，后分支线，先将弯头、三通和变径定位，然后进行直线段安装。汇线槽连接用的紧固螺栓应拧紧，螺母应在槽板的外侧。在汇线槽上开孔时应采用液压或机械开孔，不得用电焊、气焊开孔。进入室内前应在汇线槽底部开排水孔，开孔边缘应打磨光滑，当电缆敷设完毕后，应及时将汇线槽封闭。

## 5、电缆保护管敷设

电缆保护管采用镀锌水煤气管，敷设前应检查钢管外观是否符合要求，管线的连接采用螺纹连接，螺纹的有效啮合部分应在 6 螺距以上，并用紧固螺母锁紧。螺纹上应涂以电力复合脂，以保持良好的电气连续性。保护管与仪表设备连接处采用防爆金属挠性管连接，保护管的排列应整齐，横平竖直，支架间距不大于 2 米且固定牢固。

## 6、电缆敷设

电缆进场后首先应进行外观检查，外皮有无损伤，规格、型号是否符合设计要求，合格证等是否齐全正确。敷设前在电缆首尾两端应挂有设计规定的标志号码，还应进行绝缘及导通测试，检验合格后方可敷设。电缆敷设时环境温度应满足电缆的温度参数要求，在环境温度低于规定温度时，应对电缆进行预热后再进行敷设。敷设后的电端应标识清晰，电缆敷设时，应由专人统一指挥，并应停止汇线槽上空的吊装及焊接作业，不同电压等级的电缆不应敷设在同一汇线槽内，不可避免时，应用金属板隔离。电缆敷设完毕后应及时加好盖板，避免造成电缆损伤。

## 7、防爆及接地

安装在爆炸和火灾危险区域的仪表、电气设备和材料，必须具有符合现行国家或行业标准中规定的防爆质量技术鉴定文件和防爆产品出厂合格证书。设备、材料的外部应无损伤和裂纹。汇线槽、电缆管通过爆炸、火灾危险区域时应采取隔离密封措施。

仪表盘柜、保护管、仪表本体等在正常情况下不带电，但有可能接触到危险电压的裸露金属部件均应做好保护接地，电缆保护管的螺纹连接处应涂电力复合脂，接地电阻值应符合设计要求。信号回路、屏蔽线的接地应在显示仪表侧进行。上述各接地应分别接在各自的母线上，各接地间应彼此绝缘。

## 8、导压管路敷设

导压管路所用的管材和部件的材质、规格型号应符合设计要求，并具有质量证明书及合格证。导压管路敷设前，管子及内部应清洗干净，需脱脂的管路应经脱脂合格后再进行敷设。导压管路应敷设在便于操作和维修位置，并排列整齐、美观、固定牢固，尽量减少弯曲和交叉，且不得有急剧和复杂的弯曲部位。导压管与冷凝罐及双室平衡容器连接的入口管水平位置应一致。导压管在施焊前，应使仪表设备与管路脱离。

## 9、仪表单体试验

仪表出库后要进行开箱检查，依据图纸核对型号、规格、量程，验收随机文件和附备件，进行统一挂牌标识管理。仪表的调校环境及电、气源要符合规范要求，调校用的标准仪器、仪表等应具备有效的检定合格证明，其基本误差绝对值不得超过被校仪表。温度、压力、差压、流量、液位、分析等仪表要根

据出厂技术条件要求进行校验。对于温度、压力、差压、流量、液位等仪表的精度校验应沿增大及减小方向施加测量范围的 0.25%、50%、75%、100%的测量信号，相应输出的电流分别为 4、8、12、16、20mA，误差不应大于仪表精度的允许误差，变差应小于仪表的基本误差绝对值。红外线气体分析仪调试时，首先应使其送电达到恒温然后将开关置于“振荡调整”位置，指针在 0~100%范围内移动正常，然后旋转调整按钮，使指针指示红色标识处；再把开关切到“振荡检查”位置，指针仍在红色标记处。最后将开关切到“测量”位置，通入标准样气，进行零点和量程调整。试验后，应认真填写校验记录。校验合格的仪表应整齐存放，并保持清洁。经校验不合格的仪表，施工单位应会同监理、业主等有关人员检查、确认后，退库处理。

#### 10、仪表系统模拟试验

系统安装完毕规格、型号符合设计要求；导压管经吹扫、试验合格；气源管线经吹扫、试压合格并已通入清洁、干燥、压力稳定的仪表空气；仪表设备接线正确、接触良好、电源电压符合设计要求，可进行系统模拟试验。在 DCS 系统投入前对各个测量回路进行调试，使其能够正确反应被测点的信号，模拟信号要统一在信号发生端输入，检测系统其系统误差不应超过系统各单元仪表允许基本误差的平方和的平方根值。

系统设备接线安装完毕经检查无误后，应对 DCS 进行通电检查、系统软件及应用软件安装、并对系统进行启动、冗余测试、通讯测试、网络测试及外部设备进行调试。DCS 上电后，对每一个卡件和设备都需进行至少 48 小时的通电试验，以考查 DCS 硬件电气性能的稳定性，当 DCS 设备达到稳定运行条件后便可进行系统试验。

DCS 系统调试时，应在现场仪表电缆、电气电缆及便衣设备均已安装、检查合格并已具备接受和输出信号的条件，有关工艺参数的整定值均已确认后方可进行。调试时，在现场端用精密电阻箱和精密信号发生器加入输入信号，在 DCS 机柜内相应的端子上检测输出信号，并观察有关的工艺报警指示和现场仪表动作是否符合实际工艺要求。当加入信号不在量程所规定的范围时，如断路或过载，在 CRT 上应显示坏值信息，并有相应的报警提示。对所有联锁回路，应按模拟联锁的工艺条件，检查联锁动作的正确性。



## (五)、电气安装

### 1. 35KV 主变压器施工方案

#### 1) 概况

A. 变压器型号：SF9-8000/35      三相

B. 额定电压：38.5±2×2.5%      35KV

C. 变压器安装施工图号：HS510D4-4

一台 8000/35KV 钟罩式变压器，为了运输方便，散热器油枕套管，防爆管和净油器等附件是分箱包装运输，变压器安装除了运输附件再组装外，还包括绝缘检查，吊芯检查，油箱严密性试验。

电气试验方案及一系列试验工作由当地建设单位承担。

#### 2) 施工前的准备

A. 变压器安装于 35KV 配电室内，应要求建设单位把施工道路修好，准备设备运至现场一次就位。

#### B. 施工机具、材料

序号	名 称	规 格 型 号	单 位	数 量	备 注
1	空压机	6M3 /min	台	1	共 用
2	板 手	各种规格	套	1	
3	压力式滤油机	7Kg100e/min	台	1	滤 油
4	油 罐	3M3	只	3	
5	枕 木		根	50	
6	滚 杠	φ 76 L=2000mm	根	15	
7	摇 表	2500V	块	1	
8	大口玻璃瓶		个	2	
9	吊 车	25T	台	1	
10	白 布		M	40	

#### C. 劳动力组织

安装指挥 1 人      施工技术人员 1 人

安装电工 5~7 人      起重工 2~3 人

#### 变压器安装前的检查

a) 变压器到达现场后，应检查变压器油箱与其所有附件是否齐全，有无锈

蚀或机构损伤。并作好检查记录。

b) 油箱盖或钟罩法兰联接螺栓应齐全，密封良好，无渗漏油现象，浸入中运输的附件，其油箱也应无渗油现象。

c) 充油套管的油位应正常无渗油。

D. 变压器到达现场后，应按下列要求妥善保管(附件与变压器本身联在一起者，不必拆下)。

a. 散热器(冷却器)和连接器，安全气道等应加以密封。

b. 表计、风扇、气体继电器、气道隔板、温度计以及绝缘材料等，应放置于干燥的室内保管。

c. 变压器本体，冷却装置等，其底部应垫高、垫平。

E. 器身检查

a) 变压器到达现场后，应进行器身检查，器身检查为吊罩(或吊器身)。

b) 器身检查时，周围空气温度不宜低于 0℃，变压器器身温度不应低于周围空气温度，当器身温度低于周围温度时，应将变压器周围加热，使其器身温度高于周围空气温度 10℃。

c) 当空气相对湿度不小于 75%，器身暴露在空气中的时间，不得超过 16 小时。时间计算规定如下：带油运输的变压器由开始放油时算起，不带油运输的变压器由揭开顶盖或打开任一堵塞算起，到注油开始为止。

d) 调压切换装置吊出检查，高速时暴露在空气中的时间应符合下列规定。

调压切换装置暴露在空气中时间

环境温度(℃)	>0	>0	>0
空气相对湿度(%)	65 以下	65-75	75-85
持续时间不大于(h)	24	16	10

e) 器身检查时，场地四周应清洁，并应有防尘措施。雨雪天或雾天，应在室内进行。

f) 钟罩起吊前，应拆除所有与其相连的部件。

g) 器身或钟罩起吊索的夹角不宜大于 30 度，必要时可采用控制吊梁，起吊过程中，器身与箱壁不得有碰撞现象。

h) 器身检查的项目和要求。

a. 所有螺栓应紧固，并有防松措施，绝缘螺栓应无损坏，防松绑扎完好。

b. 运输支撑架和器身各部位应无移动现象，运输用的临时防护装置及临时支撑架予拆除，并经过清点，作好记录以备查。

c. 铁轭应无变形，铁轭与夹件间的绝缘垫应完好。

d. 打开夹件与铁轭接地片后，铁轭螺杆与铁芯，铁轭与夹件，螺杆与夹件间的绝缘应良好，如铁轭采用钢带绑扎时，应检查钢带对铁轭的绝缘是否良好。

e. 打开铁轭屏蔽接地引线，检查屏蔽绝缘良好。

f. 打开夹件与线圈压板的连线，检查压钉绝缘良好。

g. 铁芯拉板及铁轭拉带应紧固，绝缘良好。

h. 线圈绝缘层应完整，无缺损，变位现象。

i. 各组线圈应排列整齐间隙均匀，油路无堵塞。

j. 线圈的压钉紧固、防松螺母应拧紧。

k. 引出线绝缘包扎紧固，无破损、折弯现象；引出线绝缘距离应合格。固定支架应坚固，引出线的裸露部分应无、毛刺或尖角，其焊接应良好，引出线与套管的连接应牢靠，接线正确。

l. 电压切换装置各分接点与线圈的连接应紧固正确，各分接头应清洁且接触紧密，弹力良好，所有接触到的部分，用  $0.05\text{mm} \times 10\text{mm} \times 200\text{mm}$  塞尺检查，塞不进去为准。动接点应正确地停留在各个位置上，且与指示器所指位置一致，切换装置的拉杆，分接头凸轮，小轴销子等应完整无损，转动盘应动作灵活，密封良好。

m. 器身检查完毕后，必须用合格的变压器油进行冲洗，并清理油箱底部，不得有遗留杂物。

### 3) 本体及附件安装

A. 变压器基础的轨道应水平，轨距与变压器轮距应符合，装有气体继电器的变压器，应使其顶盖沿气体继电器方向有 1-1.5% 的升高坡度(制造厂规定不须安装坡度者除外)，当变压器与母线连接时，其套管中心线应与母线安装中心一致。

B. 装有滚轮的变压器，滚轮应能转动灵活，在变压器就位后，应将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。

C. 变压器的所有法兰连接处，应用耐油橡胶密封垫密封，密封垫应无扭曲、变形、裂纹、毛刺、密封垫应与法兰面的尺寸相配合。

D. 法兰连接面应平整、清洁、密封垫应擦试干净，安放位置应准确，其搭接处的厚度应与其厚度相同，压缩量不宜超过其厚度的 1/3。

E. 切换开关的触头及连接线应完整无损，且接触良好，其限流电阻应完整，无断裂现象。

F. 切换装置的工作顺序应符合产品出厂要求，切换装置在极限位置时，其机械联锁与极限开关的电气联锁动作应正确。

G. 冷却装置在安装前应符合下列要求。

A) 冷却装置在安装前应按制造厂规定的试验压力(或油压)进行密封试验。

B) 强迫油循环水冷却器，持续 1 小时应无渗漏，水、油系统应分别检查渗漏。

C) 强迫油循环风冷却器，持续 0.5 小时进行检查，应无渗漏现象。

H. 冷却器装置安装前应用合格的变压器油进行循环、冲洗干净，并将残油排尽。

I. 风扇电动机及叶片应安装牢固，转动灵活，无卡阻现象，试运转时应无明显振动，过热或与风筒碰擦等情况，转向应正确，电动机的电源配线应采用具有耐油性能的绝缘导线，靠近箱壁的绝缘导线应用金属软管保护，导线排列整齐，接线盒应密封良好。

J. 继电器应经校验合格，且密封良好，动作可靠。

K. 套管安装前应符合下列要求：

A) 瓷套管表面应无裂缝、伤痕。

B) 套管、法兰颈部及均压球内壁应清擦干净。

C) 套管应经试验合格。

D) 套管顶部结构的密封垫应安装正确，密封良好，连接引线时，不应使顶部结构松扣。

E) 充油套管无渗油现象，油位指示正常。

L. 气体继电器安装前应经检验合格。

M. 气体继电器水平安装，其顶盖上标志的箭头应指向储油柜，其与连通管的连接应密封良好。

N. 安全气道安装前内壁应清拭干净。

O. 隔膜应完整，其材料和规格应符合产品规定，不得任意代用。

P. 吸潮器与储油柜间的连接管的密封应良好，吸湿剂应干燥，油封油位应在油面上或按产品的技术要求进行。

Q. 净油器内部应擦拭干净，吸湿剂应干燥，其滤网的安装方向应正确并在出口侧，油流方向正确。

R. 所有导气管均须清理干净，其连接处应密封良好。

S. 温度计安装均应进行校验，信号接点应动作准确、导通良好。

T. 变压器顶盖上的温度计座内应注以变压器油、密封良好，无渗油现象，闲置的温度计座也应密封，不得进水。

U. 膨胀式信号温度计的金属软管，其弯曲半径不得小于 50mm，且不得有压扁或急剧的扭曲。

V. 储油柜安装前，应清洗干净。

W. 绝缘油必须按现行的国家标准规定试验合格后，方可注入变压器中。

X. 变压器注油时，应从下部油阀进油，加注补充油时，应通过储油柜上专用的添油阀注入，并经净油机注入，注油完毕后，在施加电压前，其静置时间不应小于 24h。

Y. 注油完毕后，应从变压器各有关部位，如套管冷却装置、气体继电器等处进行多次放气，直到残余气体排尽为止。

Z. 变压器安装完毕后，应在储油柜上用气压或油压进行整体密封试验，其压力为油箱盖上能承受 0.03Mpa 压力，试验持续时间 24h 应无渗漏，整体运输的变压器可不进行整体密封试验。

AA. 变压器启动试运行：

A) 变压器启动试运行前应检查下列项目：

a. 变压器顶盖上应无遗留杂物；

b. 储油柜、冷却装置上的油门均应打开，且指示正确；

c. 接地引下线及其与主接地网的连接满足设计要求，接地可靠。

d. 测温装置指示应正确，整定值符合要求；

e. 冷却装置试运行应正常；

f. 变压器的全部电气试验应合格，保护装置整定值符合规定，操作及联动试验合格；

B) 变压器试运行时应按下列规定进行检查。

a. 接于中性点接地系统的变压器, 在进行冲击合闸时, 其中性点必须接地;  
 b. 变压器第一次投入时, 可全电压冲击合闸, 冲击合闸 5 次, 应无异常情况, 第一次受电后持续时间不应少于 5min, 励磁涌流电流不应引起保护装置的误动作。

c. 带电后, 检查本体及附件所有焊缝和连接面, 不应有渗油现象。

## 2. 10KV 干式变压器安装技术措施

干式变压器安装应符合下列规定:

- 1) 干式变压器就位后, 应在滚轮旁设置制动装置, 以免移动。
- 2) 应在滚轮或本体(拆轮后)下, 放置橡胶垫降低噪音。
- 3) 干式变压器铁芯夹件上及箱壳体上设接地螺栓, 应将其可靠接地(PE)。
- 4) 干式变压器调试分接头置于高压侧, 当调换分接头时, 应按使用说明书

改变分接头连片位置。

5) 干式变压器通电后, 检查有无局部过热、温升过高现象, 装设强冷风机者是否风机已运行。

## 3. 高低压盘柜、二次回路接线安装技术措施

1) 高低压盘柜、二次回路安装工作程序为: 基础型钢制作、埋设、盘柜运输、就位、精平找正、固定, 二次回路电缆敷设、校接线。回路模拟试验。

2) 盘柜基础型钢安装位置, 应按图施工, 核对土建预留孔、电缆沟、预埋铁等座标、尺寸等。

3) 基础型钢其标高应高于抹平地面 10mm, 手车柜应与抹平地面相平。

4) 基础型钢应用水平尺找正, 安装允许误差, 水平、侧面不直度均为每米不超过 1mm, 全长不超过 5mm。

5) 基础型钢应可靠接地, 并与垫铁、预埋件焊牢。

6) 成列盘柜安装应符合下列要求。

A. 按图样顺序逐一抬放基础上。

B. 盘柜安装允许偏差要求, 精平找正。

盘、柜安装的允许偏差(mm)

项 目		允许偏差(mm)
垂 直 度 (每/米)		<1.5
水平偏差	相邻两盘顶部	<2

	成列盘顶部	<5
盘面偏差	相邻两盘边	<1
	成列盘面	<5
盘间接缝		<2

7) 抽屉柜安装应符合下列要求

- A. 抽屉推拉应灵活轻便，无卡阻碰撞现象。
- B. 动、静触头中心线一致，接触紧密可靠。
- C. 机械与电气联锁动作正确可靠，断路器分闸后隔离触头才能分开。
- D. 抽屉与柜体间接地触头应接触良好，当抽屉推入时，接地触头先于主触头接触，拉出时相反。
- E. 抽屉与柜体间的二次回路接插件应接触良好。

8) 手车柜安装应符合下列要求。

- A. 手车推、拉灵活、试验与运行位置操作正确到位。
- B. 动、静触头中心线一致，手车推入运行位置后，动、静触头可靠紧密接触，其间隙符合产品要求。
- C. 手车的接地触尖与柜体的接地簧片应接触良好，手车推入时，接地触头先于主触头接触，拉出时相反。
- D. 安全隔板应随手车进出而升降灵活。机械联锁应正确动作。
- E. 柜内二次回路电缆应排列整齐、固定平直、并盖妥保护屏板，不影响手车进出。

F. 二次回路插头、座接触良好、辅助开关与主触头，同步动作准确。

9) 二次回路安装应符合下列要求。

- A. 盘柜就位后，控制、保护二次电缆可进行敷设。
- B. 电缆进盘后，铠装电缆的钢带应切断，钢带焊接地线接地，切断处扎紧包头处理。

4. 真空断路器施工技术措施

1) 真空断路器安装前应进行如下检查：

- A. 重点检查真空灭弧室应完好，灭弧室、瓷套与铁件间应粘合牢固，无裂纹、无破损。
- B. 绝缘件不应变形、受潮。

C. 断路器支架焊接应良好，外部油漆完整。

2) 安装与调整应符合下列要求：

A. 安装应垂直，固定可靠，三相持瓷件应在同一水平面上。

B. 三相联动连杆的拐臂应在同一水平面上，拐臂角度一致。

C. 真空断路器的行程、超行程(压缩行程)三相同期性，应符合产品规定。

D. 引入母线接线时，不应使灭弧室玻壳承受外力。

E. 真空断路器用在感性负荷时，应在线路上加装过电压保护(氧化锌避雷器)。

F. 安装完毕后，应与操作机构联动。先手动缓慢合、分闸操作无卡阻、滞留现象后方可电动合分闸操作。

5. 母线安装前应进行如下检验：

1) 母线安装前应进行如下检验：

母线加工、安装前，应核验出厂合格证，当无出厂合格证或资料不全，及对材料有怀疑时，应按下表进行检验。

母线规格 宽×厚(mm)	每米重量(kg)		母线规格 宽×厚(mm)	每米重量(kg)	
	TMY型(铜)	LMY型(铝)		TMY型 (铜)	LMY型(铝)
50×5	2.22	0.68	80×8	5.68	1.72
50×6.3	2.80	0.81	100×8	7.11	2.16

2) 母线在室内安装时，最小允许安全距离应符合下表

名称	额定电压(KV)	0.4	1-3	6	10
	安全净距(mm)				
带电部分与接地部分之间		20	75	100	125
相间		20	75	100	125
带电部分与无孔遮栏之间		50	105	130	155
带电部分与网状遮栏之间		100	175	200	225
带电部分与栅栏之间		800	825	850	875
无遮栏裸体与地(楼)面之间		2300	2375	2400	2425

3) 用螺栓连接的母线，接头应符合下列要求：

A. 母线连接孔眼数目、直径、螺栓规格按国家有关施工验收规范进行。孔



眼中心距误差不应大于 0.5mm，孔径宜大于螺栓直径 mm。钻孔应垂直，不歪斜。

- B. 母线平放时，螺栓由下向上穿，其它状态下螺帽应置于维护侧。
- C. 母线螺栓两侧平垫，螺母侧应装弹簧垫。
- D. 母线接触面加工后必须清洁平整并涂以电力复合脂。
- E. 螺栓应用力矩扳手均匀拧紧，丝扣应露出螺帽 2 扣~3 扣，紧扣力矩应

符合下表规定。

螺栓规格 (mm)	力矩值 (N·m)	螺栓规格 (mm)	力矩值 (N·m)
M8	8.8~10.8	M16	78.5~98.1
M10	17.7~22.6	M18	98.0~127.4
M12	31.4~39.2	M20	156.9~196.2
M14	51.0~60.8	M24	274.6~343.2

4) 母线在支柱绝缘子及穿墙套管上固定时应符合下列要求：

- A. 母线固定金具与支柱绝缘子间的固定应平整牢固，避免母线受外应力。
- B. 交流母线固定金具或其它支持金具不应成闭合磁
- C. 当母线平置时，母线支持夹板上部压板与母线保持 1mm~1.5mm 的间隙，  
母线立置时，上部压板应与母线保持 1.5mm~2mm 的间隙。
- D. 电流在 1500A 及以上的穿墙套管用钢板固定时，钢板应开槽，防止套管周围形成闭合磁路产生涡流。
- E. 穿墙套管垂直安装时，法兰应向上，水平安装时，法兰应在外，法兰均应接地。
- F. 600A 及以上母线穿墙套管端部的金属夹板应采用非磁性材料。其厚度不应小于 3mm，当母线为两片及以上时，母线本身间应予固定。

5) 母线相序排列应符合下列规定：

- A. 上下布置的交流母线，自上到下为 A、B、C 相，直流母线为上正下负。
- B. 水平布置的交流母线自盘后向盘前为 A、B、C 相，直流母线为后正前负。
- C. 下引交流母线从左向右为 A、B、C 相，直流为左正右负。

6. 高压开关及熔断器安装

1) 隔离开关、负荷开关及熔断器安装前应进行下列检查：

- A. 绝缘子表面无裂纹、破损等缺陷；绝缘子铁磁结合部应牢固。
- B. 接线端子及载流部分金属应清洁、刀片接触紧密。

- C. 传动机构应动作灵活，所有固定部分应紧固，转动部位涂润滑脂。
- D. 电气试验(耐压)合格。
- 2) 墙体安装隔离开关、负荷开关应符合下列要求：
  - A. 角钢支架埋墙方式：角钢规格不小于 $<50 \times 50 \times 5$ 。
  - B. 预埋开叉螺栓固定方式：螺栓规格大于 M12。
  - C. 穿墙螺栓固定方式：穿墙螺栓规格大于 M16，并垫  $100\text{mm} \times 100\text{mm}$  铁板固定。
- 3) 传动装置的安装与高速应符合下列要求：
  - A. 拉杆的内径应与操动机构轴的直径相配合，其间隙应小于 1mm。连接部分销子不能松动，但不能焊死。
  - B. 定位螺钉调整适当，避免拐臂过死点而失灵。
  - C. 开关合闸时，动触头对静触头应无侧向撞击，刀头进入定触头深度距底部  $4\text{mm} \sim 6\text{mm}$ 。
  - D. 开关分闸时，刀头拉开角度应符合产品说明书规定。
  - E. 三相触头接触的不同期性应小于 3mm。
  - F. 接地刀刃扭力弹簧应调到操作力矩最小，且固定，机械闭锁可靠。
  - G. 操作手柄位置正确，限位闭锁可靠；一个人操作应顺利拉合。
- 4) 隔离开关，负荷开关的导电部分安装，应符合下列要求：
  - A. 以  $0.05\text{mm} \times 10\text{mm}$  塞尺触头检查：对于线接触者应塞不进；对于面接触者，允许塞入深度：在接触表面宽为 50mm 及以下者，不大于 4mm；在接触表面宽为 60mm 及以上时，不大于 6mm。
  - B. 接触表面应平整、无氧化膜，并涂有电力复合脂；可挠性连接片不得有折损；载流体表面应无严重凹陷、锈蚀。
  - C. 接线端子应涂电力复合脂。
- 5) 高压熔断器的安装应符合下列规定：
  - A. 带钳口熔断器，其熔丝管应紧密插入钳口内。
  - B. 装有动作指示器的熔断器，应便于检查指示器的动作情况。
- 7. 避雷器安装
  - 1) 安装前应检查外部瓷件有无裂纹、破损。瓷套与铁法兰间的结合部应牢固。铭牌规格型号应符合设计要求。

2) 金属氧化物避雷器的排气通道应通畅, 排出气体不致引起相间或对地闪络, 并不得喷及其他电气设备。

#### 8. 互感器安装

1) 互感器安装前应进行如下检查:

- A. 互感器应外观完好, 无机械损伤。
- B. 核对铭牌型号规格应符合设计要求。
- C. 铁芯应无变形、无锈蚀。
- D. 绝缘支持物应牢固、无损伤、无分层及裂纹。

2) 互感器在配电柜中安装时, 应稳固平直; 一次侧母线与互感器连接端子连接后, 不得有外加机械应力。

3) 电流互感器在穿心板上安装时, 规格大于 1500A 以上者, 应将穿心钢板上开槽, 防止闭合磁路产生涡流。

4) 电压互感器二次侧不得短路; 电流互感器二次侧不得开路, 空余的二次回路应在出线端子处短路并直接接外壳接地端。

5) 零序电流互感器的安装, 不应使构架或其它导磁体与互感器铁心直接接触或与其构成磁分路; 盘柜内零序电流互感器安装。

6) 同一组的互感器的极性方向应一致, 二次侧的接线端应位于便于检查、操作的一侧。

7) 互感器的下列部位应良好接地:

- A. 分级绝缘的电压互感器, 其一次绕组的接地引出端子(电容式电压互感器应按厂家规定执行)。
- B. 互感器的外壳。
- C. 备用的电流互感器的二次绕组端子先短路后接地。
- D. 倒装式电流互感器二次绕组的金属导管。

#### 9. 电动机检查接线施工技术措施

1) 一般规定

A. 电动机现场应检查如下项目:

A) 电动机本体接线方式应符合铭牌标识, 功率、电压等级, 防潮、防爆要求应符合设计要求。

B) 整体运输的电动机, 转子应转动灵活, 电动机气隙不均匀度应符合产品

的规定或满足各点气隙与平均气隙差对平均气隙之比，宜为 $\pm 5\%$ 。并在保管期间按厂家要求定期盘车。

C) 检查润滑脂：拆开轴承端盖，检查润滑脂、数量应充足，质量应无变质、硬化。不符合要求者更换同牌号润滑脂。

B. 电动机转动部分，传动部分应加装网罩。

C. 电动机外壳应可靠接地。

## 2) 电动机安装

A. 当电动机有下列情况之一时，应作抽芯检查，制造厂规定不允许解体或进口产品，另行处理。

A) 出厂日期超过制造厂保证期限或出厂日期已超过一年。

B) 经外观检查或电气试验及开启式电机端部检查可疑时。

C) 试运时发生异常情况。

B. 电动机抽芯检查应符合下列要求，并详细记录。

A) 电动机内部及铁芯、轴无锈蚀、无伤痕。

B) 定于槽楔完整、牢固、无凸出，绕组绝缘良好，绑扎无松动。

C) 转子平衡块及螺丝紧固，风扇完好，方向正确。鼠笼式转子导电条与端环不应有铸造或焊接缺陷。

D) 直流电机磁极中心线与几何中心线应一致，磁极及铁轭固定良好，励磁绕组，换向绕组紧贴磁极，无松动；电动机转子绕组与整流片焊接良好。

E) 电动机轴承，工作面应光滑清洁、无锈蚀、无裂纹等缺陷。

F) 轴承滚动部分与内外圈配合良好，转动灵活，无卡组、无松动。间隙符合产品规定。

G) 注入轴承的润滑脂应充填空隙  $2/3$ ；并仅可注同品种的润滑脂。

C. 电刷与刷架安装应符合下列规定：

A) 电刷应调整在换向器的电气中性线上。

B) 同组刷握应均匀排列在与轴线平行的同一直线上。与换向器表面间隙高速为  $2\text{mm}\sim 4\text{mm}$ 。

C) 同一电机上使用同一厂家型号的电刷。

D) 电刷的编织带与碳刷体应连接牢固，不得与转动体碰触。

E) 电刷在刷握内应能上下活动其间隙为  $0.1\text{mm}\sim 0.2\text{mm}$ 。弹簧压力应符合

产品规定，同一级上弹簧压力偏差不大于 5%。

- F) 电刷接触面与滑环弧度吻合面不小于 75%。否则应同弧研磨。
- G) 电刷与滑环不得磨偏。
- H) 有特殊要求的电动机，安装标准执行厂家技术条件。
- D. 电动机接线应符合下列规定：
  - A) 接线前按铭牌标注的接线型式，核对接线盒内端子与标识，按接线图接线。接线端子螺栓应配平垫、弹簧垫紧固。
  - B) 导线截面积大于  $10\text{mm}^2$  者应用铜接线端子与电动机端子连接。铜接线端子应镀锡处理。
  - C) 导线应穿金属软管保护。
  - E. 电动机试车前应检查下列项目：
    - A) 土建工程全部结束，现场工完场清。
    - B) 电动机本体安装结束，电气试验合格。
    - C) 冷却、润滑等系统安装完毕，验收合格。
    - D) 保护、控制、计量、信号、励磁等回路调试正常。
    - E) 电机引应线相位正确、连接牢固。
    - F) 盘车无卡阻，转动灵活。
    - G) 消防、通讯、照明装置齐全。
    - H) 电动机上各部螺栓齐全紧固。风扇风向正确、无磨擦，电动机外壳接地良好。

#### 10. 电缆敷设施工技术措施

##### 1) 一般规定

- A. 电缆敷设前应进行下列检查：
  - A) 金属电缆支架、电缆导管必须可靠接地 (PE) 或接零 (PEN)。
  - B) 电缆支架应齐全、油漆完整。
  - C) 电缆型号、规格、电压等级应符合要求。
  - D) 电缆外观应无损伤，绝缘良好；直埋电缆应经试验合格。
- B. 电缆敷设时，不应破坏电缆沟和隧道的防水层。
- C. 在三相四线制系统中使用的电力电缆，不应采用三芯电缆另加一根单芯电缆或导线、电缆金属护套作中性线方式。

- D. 并联运行的电力电缆，其长度、型号、规格宜相同。
- E. 电缆敷设时，在电缆终端头与电缆接头附近必须留有备用长度。
- F. 电缆直接埋地敷设时应符合下列要求：
  - A) 沿同一路径敷设的电缆数量不宜超过 8 根。
  - B) 室外直埋深度不应小于 700mm；农田直埋不应小于 1m。
  - C) 电缆上下各均匀铺设 100mm 砂层，并加盖保护板。保护层宽度应超出电缆两侧各 50mm。
- G. 当电缆与热力管道交叉时，应有隔热层或穿石棉水泥管保护。
- H. 沿墙壁、构架顶棚等处敷设的电缆，于下列各处应将电缆固定在支架上：
  - A) 垂直敷设或超过 45° 的倾斜敷设，在所有的支持点上。
  - B) 水平敷设，在线路直线段的两端点上；在电缆转弯处的两端点上。
  - C) 在电缆中间接头的两侧支持架上。
  - D) 电缆头颈部。
- I. 在电缆隧道、电缆室、电缆沟内的电力电缆和控制电缆的排列，应符合下列规定：
  - A) 如两侧装设电缆架，则控制电缆及 1KV 以下的电缆，应尽量敷设在无 1KV 以上的电力电缆一侧。
  - B) 在任何情况下控制电缆均应敷设在电力电缆的下面。
- J. 在下列地点应将电缆进行穿管保护：
  - a. 电缆引入或引出建筑物、构筑物；电缆穿过楼板及墙壁外。
  - b. 室内电缆在可能受到机械损伤的地方以及行人容易接近处的电缆距地面高 2m 一段。
- K. 电力电缆敷设长度在 50m 以内不允许有接头；在 100m 以内只允许有一个接头；超过 100m 允许有两个接头。
- L. 控制电缆在下列情况下，允许有接头：
  - A) 1 当敷设长度超过其制造长度时。
  - B) 必须延长已敷设竣工的控制电缆时。
  - C) 为消除使用中的电缆故障时。
- M. 电缆的弯曲半径不应小于下表的规定。

### 电缆最小允许弯曲半径

序号	电 缆 种 类	最小允许弯曲半径
1	无铅包钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	10D
2	有钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	20D
3	聚氯乙烯绝缘电力电缆	10D
4	交联聚氯乙烯绝缘电力电缆	15D
5	多芯控制电缆	10D

#### 2) 电缆导管的架工与敷设

金属的导管必须接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠, 并符合下列规定:

A. 电缆管内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。混凝土管、陶土管、石棉管、石棉水泥管, 其内径不应小于 100mm。

B. 金属导管管口应做成喇叭形或磨光。管内壁应光滑无毛刺, 不应有孔洞、裂缝及明显凹凸不平等缺陷。

C. 室内进入落地式柜、台、箱、盘内的导管管口应高出柜、台、箱、盘的基础面 50mm~80mm。

#### 3) 电缆支架、桥架安装

A. 金属电缆桥架及其支架和引入或引出的金属电缆导管必须接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠, 且必须符合下列规定:

A) 金属电缆桥架及其支架全长应不少于 2 处与接地 (PE) 或接零 (PEN) 干线相连接。

B) 非镀锌电缆桥架间连接板的两端跨接铜芯接地线, 接地线最小允许截面积不小于  $4\text{mm}^2$ 。

C) 镀锌电缆桥架间连接板的两端不跨接接地线, 但连接板两端不小于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

B. 电缆桥架的制作和安装应符合下列要求:

A) 电缆梯架 (托盘)、电缆梯架 (托盘) 的支 (吊) 架、连接件和附件的质量应符合现行的有关技术标准。

B) 电缆梯架 (托盘) 规格、支吊跨距、防腐蚀类型应符合设计要求。

C) 梯架 (托盘) 在每个支吊架上应固定牢固; 梯架 (托盘) 连接板的螺栓应紧固, 螺母应位于梯架 (托盘) 的外侧。

D) 电缆桥架转弯半径，不应小于该桥架上的最大电缆的最小允许弯曲半径。

E) 电缆支架全长均应良好的接地。

#### 4) 电缆敷设

A. 电缆敷设前应检测电缆相间及对地绝缘电阻(6KV~10KV 电缆用 2500V 摇表；1KV 电缆用 1000V 摇表)。必要时应进行耐压、泄漏电流等试验，确认电缆合格后方可敷设。

B. 电缆长度不超过 25m 时，人工直接开圈展放。

A) 将电缆盘穿上轴后，用支架顶起。

B) 电缆从电缆盘的上部引出，展放出的电缆应有弛度。

C) 放出来的电缆需用人工牵引，或放在木滚上，电缆不得在地面等处磨擦。

C. 电缆敷设时，电缆应排列整齐，加以固定。并及时装设标志牌。

D. 标志牌的装设应符合下列要求：

A) 在下列地方的电缆上应设标志自理民缆终端头、电缆接头处、隧道及竖井的两端、人井内。

B) 标志牌上应注明线路编号(当设计无编号时，则应写明型号、规格及起迄地点)，并联使用的电缆应有顺序号，字迹应清晰，不易脱落。

C) 标志牌的规格宜统一，标志牌应防腐，且挂装牢固。

E. 电缆进入电缆沟、隧道、竖井、建筑物、盘(柜)以及穿入管子时，出入口应封闭，管口应密封。

### 11. 其它电气装置安装

#### 1) 发电机小间及发电机安装部分

发电机小间的电气安装参照隔离开关，高压熔断器，电流和电压互感器、避雷器，母线及母线绝缘子，配电盘的规定进行。

发电机安装以机械钳工为主，电气检查接线。

发电机安装电气部分主要工作的内容如下：

A. 配合开箱检查及解体检查。

B. 对发电机，励磁机定子、转子滑环、换向器、碳刷是否有受到机械损伤等，并且加以防止。

C. 检查制造厂的技术文件是否齐全。



## 2) 定子及转子的安装

A. 用压缩空气喷净定子、转子及励磁机灰尘等,检查铁芯硅钢片有无锈蚀,松动及损伤,各通风口是否清洁,定子槽楔有无断裂,检查人员衣着整洁,以防杂物落入。

B. 检查定子埋入式测温元件的引出线和端子排是否清洁,绝缘是否良好,安装是否牢固。

C. 检查定子线圈和引出线的绝缘层有无起泡现象,端部线圈和绑线是否紧靠垫实,紧固件要求紧风扇叶片应牢固、无破损,螺栓应可靠锁紧。

D. 滑环表面应光滑无伤痕。

E. 穿转子时,不得碰伤定子线圈或铁芯下部及线圈端部,表面宜先用纸板或胶板覆盖。

F. 电机的空气间隙及磁场中心应符合产品要求。

G. 安装端盖前,电机内部应无杂物及任何遗留物,气封通道应畅通,安装后,端盖接合处应紧密,利用端盖轴承的电机,其端盖接合面应用  $10 \times 0.01$  (mm) 塞尺检查,塞入深度不得超过 10mm。

H. 电机引出线的接触面应平整、清洁,无油垢,其镀银不宜锉磨。

I. 引出线的连接应紧固,应注意铁质螺栓的位置,连接后不得构成闭合磁路。

## 3) 滑环和电刷安装

A. 滑环应与轴同心,其摆度应符合产品的规定,一般不大于 0.05mm,滑环表面应光滑,无损伤及油垢。

B. 接至滑环的电缆,其金属护层不应触及带有绝缘垫的轴承。

C. 电刷架及其横杆应固定紧固,绝缘管和绝缘垫应无损伤、污垢,并应测出其绝缘电阻。

D. 电刷在刷握内应能上、下自由移动,电刷与刷握的间隙应符合制造厂的规定,一般为 0.10~0.20mm。

E. 恒压弹簧应完整无机械损伤,其型号及压力要求应符合产品规定。

F. 电刷接触面应与滑环的弧度相吻合,接触面积不应小于单个电刷截面的 75%,研磨后,应将碳粉清扫干净。

G. 电刷弹簧应高速到不使电刷冒火的最低压力,同一刷架上每个电刷的压

力应均匀，一般为 0.015~0.025Mpa。

H. 运行时，电刷应在滑环的整个表面内工作。

4) 发电机轴承安装。

发电机轴承安装完毕后，应检查绝缘状况，检查时将上瓦取下，用吊轴工具吊起励磁机侧转子，测轴承与基础台板间的绝缘电阻，用 1000V 摇表，测量绝缘电阻不得小于 0.5 兆欧。

5) 空气间隙的测量

按运行时转子的旋转方向盘动转子，每转至 90° 时，测量发电机前后上、下、左、右定子与转子间的间隙，这样转子盘动一周后，每一侧间隙，可得 8 个数值，取其平均值，如此测得上下左右侧间隙值应均匀相等，其允许偏差不应超过平均值的 10%，否则应通过移动定子左右位置，上下高低调整。

6) 发电机穿转子前的试验项目

定、转子绝缘试验，定、转子直流电阻测定，励磁机试验。

7) 发电机穿转子后的试验项目

发电机定子、转子交流耐压试验，发电机转子交流阻抗。

12. 接地施工技术措施

A. 一般规定

接地装置的制作与安装

A) 接地装置由接地体和接地线两部分组成。

B) 接地体又分为自然接地体和人工接地体。

C) 自然接地体即可用以下物体做接地体：如埋设在地下的金属管道(可燃性或有爆炸介质的管道除外)；与大地有可靠连接的金属构筑物；行车轨道；建筑物基础钢筋。当用金属构件、金属管道做接地线时应在构件或管道与接地干线间焊接金属跨接线。

D) 接地线穿越墙壁，楼板和地平处应加钢套管保护，钢套管应与接地线做电气连接。接地线跨越建筑物变形缝时应设补偿装置。变压器室、高、低压配电室内的接地干线应不少于两处与接地装置连接。并在干线上装不少于两个供临时接地用的接线柱。

B. 接地或接零

保护接地、保护接零的范围

- a. 电机、变压器、电器、携带式及移动式用电器具的金属外壳。
- b. 电力设备传动装置的金属部件。
- c. 配电屏与控制屏的金属框架。
- d. 室内外配电装置的金属框架，钢筋砼构架的钢筋及靠近带电部分的金属围栏和金属门。

- e. 电缆的金属外皮及电力电缆接线盒、终端盒的外壳。
- f. 电力线路的金属保护管、起重机轨道。

### 13. 汽轮发电机组动态试验方案

#### 1) 编制依据

- A. GB50150-91 《电气装置工程电气设备交接试验》
- B. 《发电机出厂技术文件》
- C. 《火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程》(96年电力部)

#### 2) 发电机组整套启动前的准备工作

- A. 检查发电机真空开关(VS1-12/1250)已调试正常。
- B. 检查发电机、励磁机、变压器等主要设备外壳接地是否良好。
- C. 检查发电机组一次系统相序是否正确，各部分绝缘是否符合规程要求。
- D. 检查发电机电压互感器一次线是否良好、安全距离是否符合要求。
- E. 转子碳刷压力及间隙的调整应符合厂家说明书的要求。
- F. 发电机系统及变压器测温装置应投入运行，各测点的标记应与实际测点相符合。
- G. 发电机、励磁机的绝缘垫的绝缘应符合规程要求。
- H. 通讯设备、消防设备应完好、齐备。工作间内有足够的照明
- I. 发电机、励磁机静态试验全部通过，满足规程要求。
- J. 灭磁开关试验全部通过，满足规程要求，动作可靠。
- K. 发电机出口开关试验人武部通过，满足规程要求，动作可靠。
- L. 发电机两侧的电流互感器及出口电压互感器，试验人武部通过，满足规程要求，且实际变比与设计相符合。
- M. 发电机控制回路、保护装置应可靠，满足设计要求。
- N. 在发电机出口开关电机侧装置一组三相短路板。短路板截面要求在短时间内可通过 800A 电流。

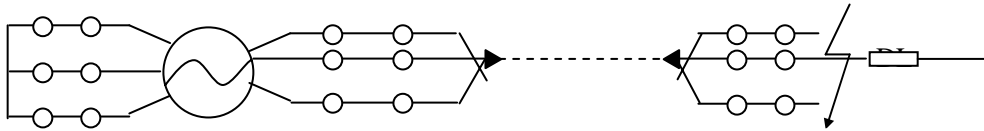


图1 三相短路板装置位置图

3) 发电机在不同转速下的试验

A. 测量发电机转子绕组不同转速及超速前后的交流阻抗及损耗。试验电压不超过厂家试验值。分段进行试验接线见图2。

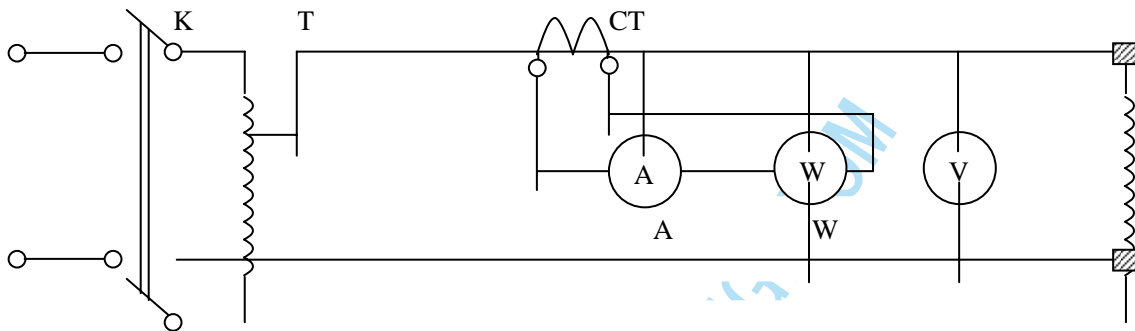


图2 转子交流阻抗及损耗试验接线图

T: 自耦调压器 0-250V 3KVA      CT: 电流互感器 50/5A, 0.2 级  
 A: 电流表: 2.5~5A 0.5 级      V: 电压表: 75-600V, 0.5 级  
 W: 低功率瓦特表 600V/1A, 0.5 级      K: 刀闸 250V/20A

B. 检查励磁机极性, 及自励性能

4) 发电机在额定转速下的试验

A. 录制励磁机空载上升下降特性曲线试验接线见图3

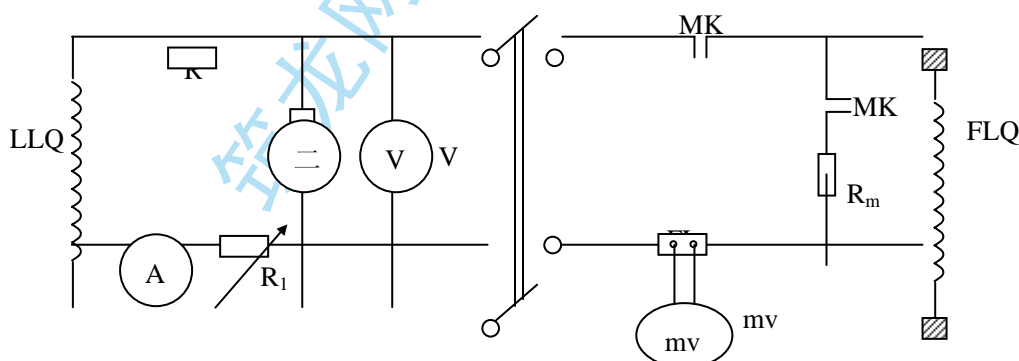


图3 励磁机空载试验接线图

A: 直流电流 30A 0.5 级      V: 直流电压表 600V 0.5 级  
 R<sub>1</sub>: 励磁回路外接电阻 1KΩ 1A      R<sub>2</sub>: 励磁回路电阻  
 B. 录制发电机短路特性曲线及励磁机负载特性曲线

A) 试验接线见图 4

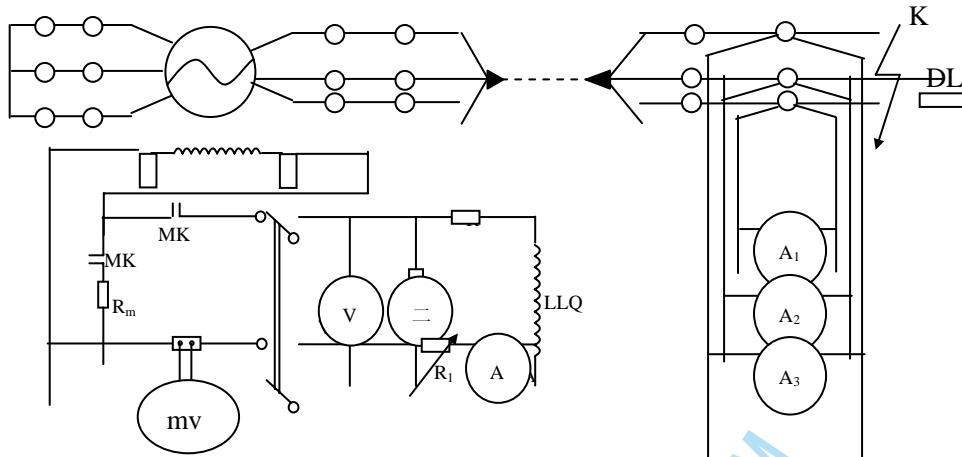


图 4 发电机短路特性试验接线图

A: 直流电流表 30A 0.5

$R_1$ : 励磁回路外接电阻 1K  $\Omega$  1A R: 励磁回路电阻

$R_m$ : 发电机转子灭磁电阻 PL: 分流器/75V

MV: 直流毫伏表 75mV 0.5 级  $A_1$ - $A_3$ : 交流电流表 5A 0.5 级

- B) 录制发电机短路特性曲线，同时录制励磁机负载特性曲线。
- C) 核对定子三相电流的对称性，核准盘指示仪表与标准表的误差。
- D) 三相短路电流升至额定值。
- E) 短路试验之前，解除发电机所有保护。
- F) 测量的短路特性的试验数据与厂家证明书相应数据进行比较，应无显著差异。

C. 录制发电机空载上升、下降特性曲线。

A) 发电机所有保护(除过压保护)均可靠正确投入。

B) 做好安全措施，拆除三相短路板。

C) 投入表用变压器刀闸开关。

D) 试验接线曲线图 5

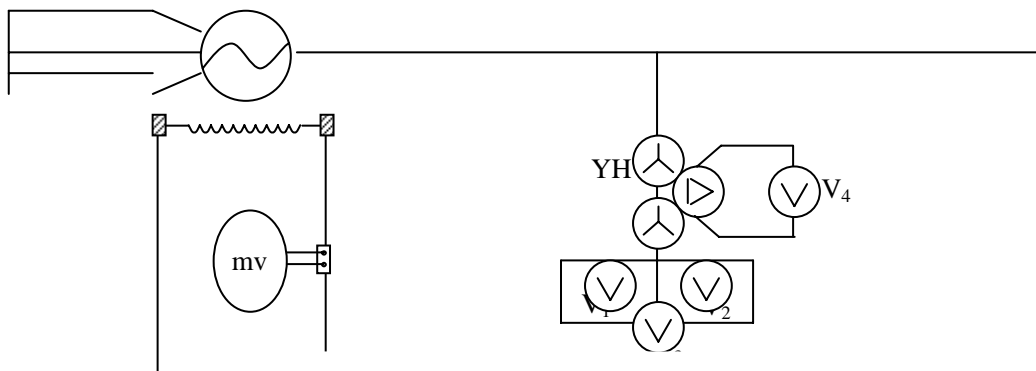


图 5 发电机空载试验接线图

$V_1 \sim V_3$ : 交流电压表 0-150V 0.5 级

$V_4$ : 数字电压表 0-100V

E) 当发电机升至额定值时, 检查三相电压的对称性并核准盘表与标准表间的误差。

F) 发电机定子电压最高升至  $1.3V_e$ , 即: 8.19KV 且持续 5 分钟。进行定子绕组匝间感应耐压试验。

G) 在额定电压及 1.3 倍额定电压时, 记录  $V_1$  数值。

H) 测量空载特性的试验数据, 与厂家证明书相应数据进行比较。应无显著差异。

D. 测录机定子开路灭磁时间常数及转子过电压。

A) 试验接线见图 6

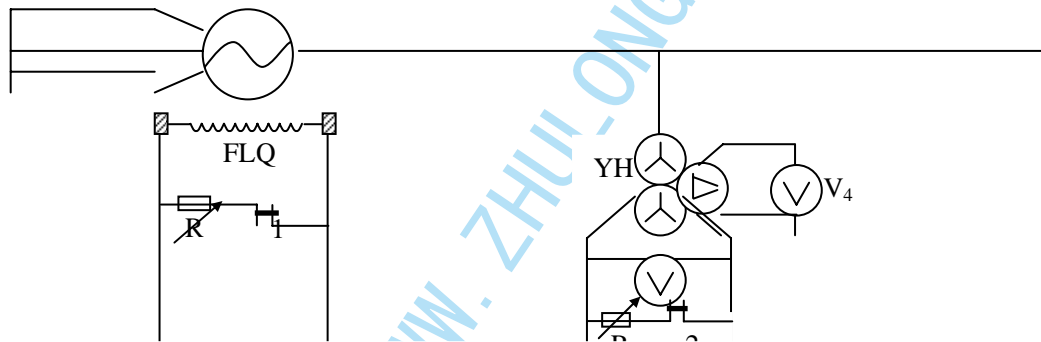


图 6 发电机灭磁时间常数、转子过电压、试验接线图

B) 记录三次。每次灭磁开关断开前记录发电机定子电压、转子电压、转子电流值。

C) 灭磁开关断开时, 用示波器录取发电机定子电压、转子电压值。

D) 每次灭磁后测量定子残压。

E) 测量定子相序。

F) 测量定子残压及相序时, 应采取必要的安全措施。

E. 测量发电机空载及负载下的电压

A) 试验接线见图 7

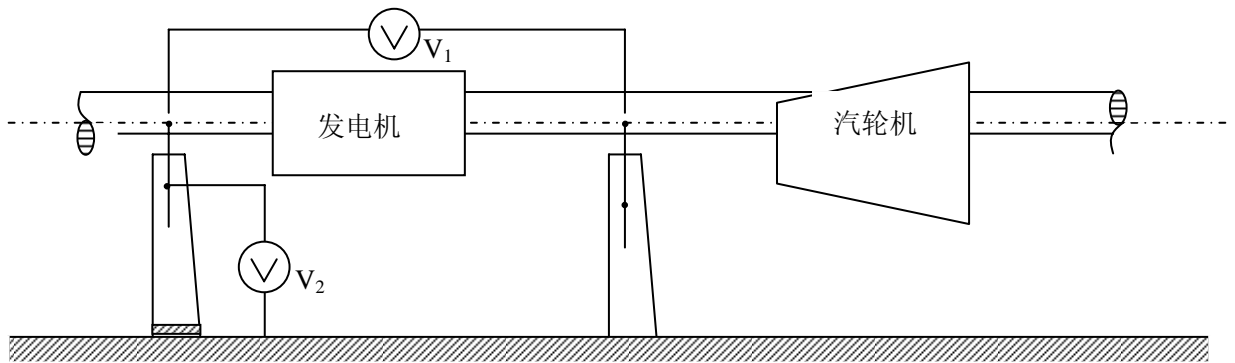


图 7 测量发电机轴电压接线图

B) 测量时使用金属刷接  
的电压表。

C) 空载条件下测量时, 应记录发电机定子电压转子电流, 转子电压值。

D) 负载条件下测量时, 应在机组 80% 负荷以上进行并记录发电机定子电压, 转子电压、转子电流、有功功率、无功功率。

F. 测量发电机励磁回路运行中的绝缘电阻

A) 试验接线见图 8

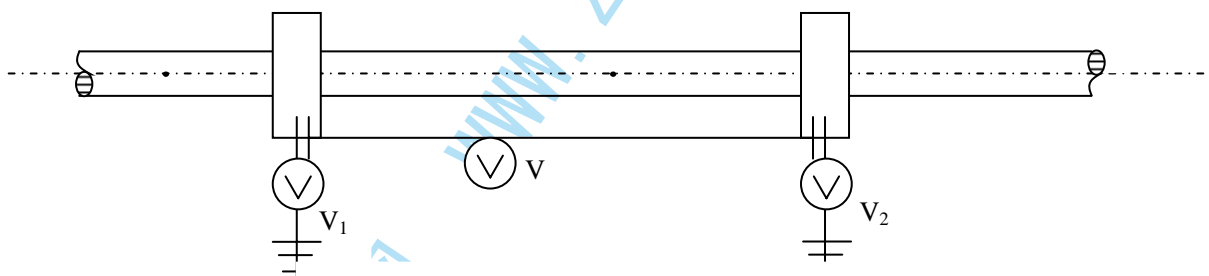


图 8 测量励磁回路运行中的绝缘电阻接线图

图 8 中: V: 转子正负极间电压

$V_1$ : 转子正极对电极电压

$V_2$ : 转子负极对地电压

B) 测量时使用 0.5 级高内阻直流电压表

C) 绝缘电阻按下列公式计算  $R = RV [V / (V_1 + V_2) - 1] 10^{-6} (M\Omega)$

式中: RV: 直流电压表内阻.

5) 进行发电机系统投入励磁自动调节装置的试验

A. 当发电机手动励磁系统试运行合格后, 进行自动励磁装置投入试验。

B. 自动励磁装置投入后, 应满足在要求的调差率内发电机外特性电压恒定 (如图 9)

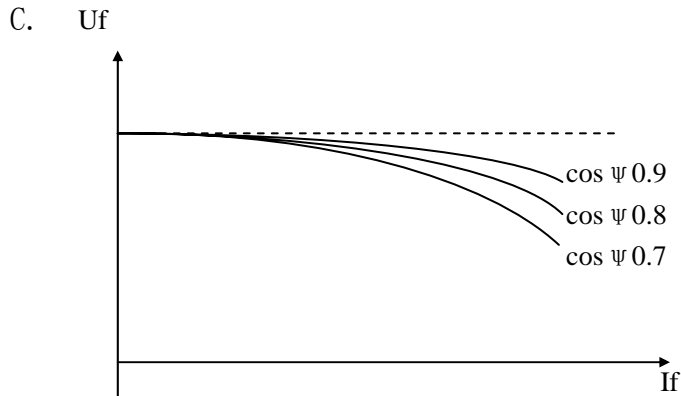


图9 自动励磁装置投入时的发电机运行特性

D. 强励 励磁装置应强励动力。

E. 自动、手动励磁切换：切换的过程满足出厂技术条件：振荡次数 $<5$ 次，超调量 $<20\%$ ，误差 $\geq 1.5\%$

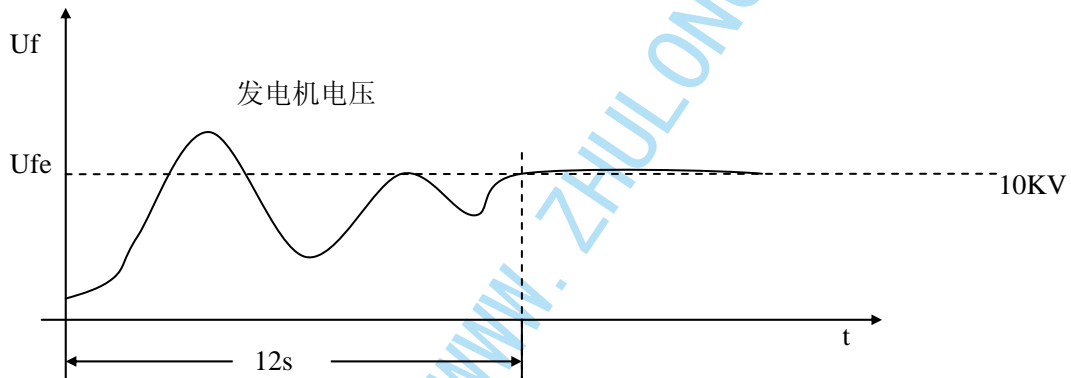


图10 切换过渡过程

6) 同期系统试验及并列

A. 同期表：检定、校验完毕并合格。同期继电器整定完毕，定值：同期角 $\pm 15^\circ$

B. 本机组同期并列点为：发电机出口真空开关(Vs1-12/1250型号)，同期系统检测的同期电压为：10KV 母线与发电机电压。

C. 同期系统应自动检测同期电压：当发电机电压与母线电压满足同期条件：电压差 $<1\%$  频率差 $<0.2\text{HZ}$  两侧同期电压相角差 $<15^\circ$  时，同期继电器  $U_f$  可合闸并网通道。

初次并网时，应在并网点高压侧(10.5KV)发电机出口真空开关，二端采用检相表，直接测量同相电压差的措施，整体核验同期指示正确性，即在发电机控制盘的同期表，显示“同期”的时刻，测量并网点压差的检相表显示值为“0”。此时刻并网对发电机冲击非常小。



E. 并网后，可按调试方案接负荷。

在汽机保护系统调试完善后，配合汽机作“甩负荷”试验。

#### 7) 负荷试运

A. 并网后，带负荷试运，并进行如下检查：

A) 发电机保护、测量回路检查，尤其是有功、无功及  $\cos \phi$  之间关系应正确。

B) 检查励磁自动调节装置的调差及调压特性。

C) 核对不同负荷时的轴电压、电流回路相位及差动保护不平衡电压。

B. 配合生产单位，进行 72 小时加 24 小时满负荷运行，解决出现的技术问题。

C. 作好试运记录，竣工资料。

#### 14. 高压电器装置试验

##### 1) 真空断路器试验

型号：VS1-12/1250-31.5kA

A. 测量绝缘拉杆的绝缘电阻

使用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻，其阻值不应低于 3000  $M\Omega$ ；

B. 测量分合闸电磁铁线圈的绝缘电阻

使用 500V 兆欧表测量绝缘电阻，其阻值不应低于 0.5  $M\Omega$

C. 测量导电回路电阻

使用 QJ23 双臂电桥测量；各相回路直流电阻不大于 30  $\mu\Omega$ （或符合产品出厂技术条件）

D. 交流耐压试验

合口耐压 30kV 时间为 1min；

断口耐压 42kV 时间为 1min；（考核真空度）

E. 断路器分闸、合闸的速度、时间、同期性，弹跳速度，等机械特性试验应符合产品出厂技术条件；

F. 检查分合闸电磁铁线圈的最低动作电压

在操作电源电压为额定电压的 85%及以上时，应可靠动作；

G. 检查行程、超行程

应符合产品出厂技术条件；

## 2) 主变压器试验

型号： SF9-8000/35      8000kVA       $38.5 \pm 2 \times 2.5\% / 10.5\text{kV}$       Y, d11  
U%=7.5

### A. 测量绕组的直流电阻

使用 QJ23 双臂电桥测量；

应在所有各分接头位置测量直流电阻；各相测得的相互差值应小于平均值的 2%；与同温下产品出厂数据比较，其相应变化不应大于 2%；

### B. 检查所有分接头的变压比

检查所有分接头的变压比，与制造厂铭牌数据相比应无明显差别，且符合变压比的规律；

### C. 检查三相接线组别

检查变压器的三相接线组别必须与设计及要求及铭牌上的标记和外壳上的符号相符；

### D. 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比

测量绕组连同套管的绝缘电阻值不应低于产品出厂试验值的 70%；

测量吸收比与出厂值相比应无明显差别，在常温下不应小于 1.3；

### E. 测量绕组连同套管的介质损耗角正切值 $\text{tg } \delta$

被测绕组的  $\text{tg } \delta$  值不应大于产品出厂试验值的 130%；

### F. 测量绕组连同套管的直流泄漏电流

绕组额定电压为 10kV 时施加的试验电压为 10kV 时间为 1min, 在高压端度取得泄漏电流值不应大于  $33 \mu\text{A}$  (20℃时)；绕组额定电压为 35kV 时施加的试验电压为 20kV 时间为 1min, 在高压侧取得泄漏电流值不应大于  $50 \mu\text{A}$  (20℃时)

### G. 绕组连同套管的交流耐压试验

交流耐压试验电压为 72kV 试验时间为 1min；

### H. 绕组连同套管的局部放电试验

### I. 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻

使用 2500V 兆欧表测量，持续时间为 1 分钟，应无闪络及击穿现象；

铁芯必须为一点接地，对变压器上的专用的铁芯接地线引出套管时，应再注油前测量器对外壳的绝缘电阻；

### J. 非纯瓷套管的试验

#### K. 绝缘油试验

电气强度试验：不应低于 35kV；介质损耗角正切值  $\tan \delta$  90℃时不应大于 0.5；

#### L. 有载调压切换装置的检查 and 试验

在切换开关取出检查时测得的限流电阻的阻值与产品出厂数值相比，应无明显差别；

在切换开关取出检查时，检查切换开关切换触头的全部动作顺序应符合产品技术条件的规定；

检查切换装置在全部切换过程中，应无开路现象，电气和机械限位动作正确且符合产品要求，在操作电源电压为额定电压的 85%及以上时，应可靠动作；

在变压器无电压下操作 10 个循环在空载下按产品技术条件的规定检查切换装置的调压情况，其三相切花的同步性及电压的变化范围和规律，与产品出厂数据相比应无明显差别；绝缘油注入切换开关油箱前应做绝缘油耐压试验，电气强度不低于 35kV；

#### M. 检查电压下的冲击合闸试验

在额定电压下对变压器进行 5 次冲击合闸试验，每次间隔 5 分钟，应无异常现象；

#### N. 检查相位

检查变压器相位必须与电网相位一致；

#### O. 测量噪音

额定电压下的噪音值不应大于 80dB(A)

#### 3) 发电机静态试验

型号：QF-7-2 / 7MW / 10.5kV

#### A. 量发电机定子绕组的绝缘电阻和吸收比

使用兆欧表测量绝缘电阻；测量定子绕组绝缘电阻用 2500V 的兆欧表；

记下被测绕组的温度和环境温度，记下 60 秒和 15 秒时的电阻值；

将测量时间为 60 秒和 15 秒时绝缘电阻值的比值作为吸收比。

#### B. 测量定子绕组的直流电阻

使用 QJ23 双臂电桥测量定子绕组的直流电阻。换算至与产品出厂同温度下数值相比较，其相对变化不应大于 2%；

C. 测量转子绕组的绝缘电阻

测量转子绕组绝缘电阻选用 1000V 的兆欧表；

转子绕组的绝缘电阻值不应低于  $0.5\text{M}\Omega$

测量绝缘电阻完毕后，应进行充分放电，放尽剩余电荷；

D. 测量转子绕组的直流电阻

使用 QJ23 双臂电桥测量，测量时应在冷状态下进行，测量数值换算至与产品出厂同温度下数值相比较，其相对变化不应大于 2%；

E. 转子绕组交流耐压试验。

4) 10kV 高压电动机试验

A. 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比：

A) 绝缘电阻应大于  $6\text{M}\Omega$ （折合运行温度下的绝缘电阻值）。

B) 吸收比：中性点可拆开的应分相测量，吸收比应大于 1.2。

B. 测量绕阻的直流电阻

各相绕组直流电阻值相互差别不应超过其最小值的 2%，中性点未引出的电动机可测绕间直流电阻，其相互差别不应超过其最小值的 1%。

C. 定子绕组直流耐压和泄漏电流测试分别进行。

试验电压：直流 18kV，在试验电压下各相泄漏电流值不大于最小值的 100%，当最大泄漏电流  $<20\mu\text{A}$  时，各相应无明显差别。

D. 定子交流耐压：10kV 为 1 分钟，应无闪络放电击穿。

E. 测量电动机轴承绝缘电阻：当有油管路连接时，应在油管安装后，采用 1000V  $\text{M}\Omega$  表测量，不应小于  $0.5\text{M}\Omega$ 。

F. 检查定子绕组的极性正确。

15. 送电方案

1) 变压器送电前检查和准备工作

A. 仔细观察变压器油箱、油枕、防爆管及其它附件等有无机械损伤和渗油现象。

B. 检查铭牌数据和其它标牌有无错误，附件是否完整。

C. 特别要仔细检查高低压瓷瓶，有无裂纹和缺陷。

D. 油温、油面标线均应正常。

E. 油箱上表面和尘垢扫干净，用干燥的软纸将高、低压瓷瓶仔细擦净。

- F. 测量变压器高压线圈对低压线圈及对地的绝缘电阻。
  - a、摇表测试时的转速应保持在 120 转 / 分的恒定速度。
  - b、测试变压器线圈在 1000V 以下的绝缘电阻使用 500~1000V 摇表。
  - c、电压在 1000V 以上的可用 2500V 摇表测试，否则测量的数值将有明显的差别。
- G. 各项分接开关切换到指定的分接位置。
- H. 检查瓦斯继电器的动作，检查以后，排尽瓦斯容器内的空气。
- I. 电力变压器各侧的高低电压引线正确，导线联结处或导线与高压套管接线端子的联结处接触良好。
- J. 电力变压器油箱和铁芯（用套管引出时）的接地良好，滚轮与混凝土基础上的轨道完全接触，制动可靠。

K. 对于装有风扇的变压器，风扇的吹风方向正确。

## 2) 试运行

A. 电力变压器安装完毕，在接进电网里正式运行以前必须经过试运行，试运行是对电力变压器质量的直接考验。

B. 试运行是对电力变压器，将要正式工作在电网内运行，先做空载试运行，再做带负荷试运行。

C. 对于中性点接地系统的变压器，在进行冲击合闸时，其中性点必须接地。

D. 第一次受电后，持续时间应不小于 5 分钟，变压器应无异常情况。

E. 变压器应进行 5 次全电压冲击合闸，并应无异常情况，励磁涌流不应引起保护装置的错误动作。

## 3) 变配电系统调试

A. 在 35KV 以下变配电系统中各保护装置的主要保护对象是变压器，电缆线路等的各种短路事故及过负荷。常采用如下几种保护装置。

- a、过电流及过电流速断保护装置；
- b、差动保护装置；
- c、欠压保护装置；
- d、瓦斯、温度保护装置；
- e、零序保护装置。

## B. 一般性检查

首先从外部检查，观察各种装置、配线情况和利用图纸对照设备，观察其相互关系，判断保护装置的工作情况是否合理。

a、检查信号继电器是否装置在易受震动的地方，致使在断路器分合闸时震动造成误动作。

b、接线的排列是否合理，接线标号是否齐全，每个螺丝下是否有衬垫弹簧垫圈。

c、对接线板元件，设备上的接线螺丝要逐一拧紧。

d、查对二次回路可使用万用表或校线仪等查对二次回路接线，所以只要细致的检查，并与原理图和安装图校对判断其二次线路接线是否正确。

e、还应检查以下各方面

a). 电流互感器二次出线端一般分为两个精度等级，其中 1 级精度出线端接在保护回路，0.5 级出线端接在计量回路，特别注意电流互感器二次回路不得有开路现象。

b). 对直流电源，电容器以及高压母线进线处装设的保险器具应逐一地拆下来检查是否良好，保险片的容量应符合要求。

c). 检查各限位开关、安全开关和转换开关等应处在正常位置，对各控制器，继电器初步以手动检查，动作应灵敏。

d). 清除变电所内一切杂物，检查清理各柜内有否工具等物品。

f、绝缘电阻

交直流等二次回路应进行绝缘电阻的测定，测量前二次回路接地点拆除，用 500V~1000V 摇表测得的数值应符合下列规定：

a). 包括仪表变压器，变流器的二次线圈及仪表等的电流和电压回路

室内配电装置不得小于 10 兆欧

室外配电装置不得小于 6 兆欧

b). 操作保护装置，自动控制线路及信号用的直流回路接线。

室内配电装置不得小于 20 兆欧

室外配电装置不得小于 10 兆欧

直流系统的绝缘电阻不得小于 0.5~1.0 兆欧，在使用摇表时，应将不能承受摇表输出电压的元件拆除，以免损坏。

4) 试运行

正式投入空载试运前，应做好以下具体工作：

A. 组织好试运领导小组，要明确试运操作步骤，要分工负责，指定专人负责操作高压分闸机构。

B. 重复检查安全工作。

C. 变压器远离变配电所的，应派人在变压器处监听，在送入高压电源时与否异常或不正常声音，故要装好通话联系设备，随时保持联系。

D. 预先与供电单位取得密切联系

做好以上准备工作后，先使直流操作电源输送到各个小母线、投入到中央信号屏，待接到供电单位已送电通知，由专人穿戴安全用具，用高压试电笔，逐渐接近进线母线或隔离开关证明高压电已经送到，然后由试运领导小组负责人发布操作命令，操作人员按命令进行操作。

5) 电动机检查与试运

为了保证电机能安全投入运行，对已安装好的电机或属于成套设备系统内的电机，都要按照规范要求，进行检查和试验，试验前应先进行一般性检查，如电机所属部件（外壳、风罩、接线盒等）应完整无缺，绕线式异步电动机和同步电动机的转子部分（包括滑环电刷）均应齐全良好。转轴转动灵活，电机内部应无碰撞与摩擦等现象，机座或外壳应可靠接地。

A. 绕组绝缘电阻的测量

测量的目的主要是判断绕组绝缘情况是否良好，测量所用摇表的额定电压，一般规定电压在 1KV 以下的电机用 1KV 以下的摇表测量，电压在 1KV 以上用的电机用 2500V 的摇表测量。

如果电机无出厂数据，则绝缘电阻的规定为：

电压为 1KV 以下的电机，绝缘电阻不应低于 0.5 兆欧。

B. 电机的第一次启动一般在空载情况下进行，空载运行时间为 2 小时，并记录电机的空载电流。

C. 滑动轴承温升不应超过 45 摄氏度，滚动轴承温升不应超过 60 摄氏度。（当周围环境温度 20 摄氏度时）。

D. 交流电动机的带负荷连续起动次数，如无产品规定时，可按下列规定：

a、在冷态时，可连续起动 2 次；

b、在热态时，可连续起动 1 次。

## （六）锅炉筑炉工程施工

### 1. 施工准备：

1) 施工前专业工程师、施工人员要熟悉施工图以及设计说明书的技术要求，掌握其主要的技术参数。并结合筑炉工程的特点，编制筑炉工程的施工方案及施工技术措施，作为指导施工的文件，以引导施工设备和工程施工有秩序地顺利进行。

2) 施工前依据筑炉工程的特点和机具施工条件，结合施工规范、施工图纸、工期等要求指定以下技术组织措施：

- A. 保证工程质量措施。
- B. 保证施工措施。
- C. 保证施工进度措施。
- D. 冬雨季施工措施。
- E. 降低工程成本措施。
- F. 现场文明施工措施。

3) 核实筑炉材料的到货情况，对以进场的耐火材料与制品的种类和牌号、外观和尺寸偏差等质量要求进行严格检查，各种耐火材料及制品到厂必须有合格证或化验单，同时对进场的材料进行二次化验。鉴定耐火材料是否符合设计要求和耐火材料的各项理化指标。砌炉的各种耐火材料、保温材料应全部符合图纸要求和国家标准。

4) 对已进场的耐火材料、保温材料在使用前要妥善保管，应在仓库内码垛堆放，保温材料应与其它材料隔离存放，禁止混放挤压等，以免软体保温材料破损、影响工程质量，同时要严格防止受潮。

5) 炉子筑炉技术复杂和质量要求严格、在施工前需要耐火材料及制品进行挑选、验收、分类、预化验、加工和配层，对耐火泥浆和其它不定型耐火材料也需进行操作性能实验。

6) 耐火浇注料、耐火可塑料，高温耐磨浇注料在施工前要按配比制作试块、并经实验合格方可施工。

7) 炉墙砌筑前对炉墙底板轴线、尺寸等进行复验合格后，炉墙砌筑必须在水压实验合格及所有要求砌入墙内的水管、装置均符合设计和砌筑要求后方可进行施工。



## 2. 筑炉施工方案及措施。

由于该炉采用膜式水冷壁，炉膛部分敷管轻型炉墙烟道、炉顶和顶部烟道用耐火砖、耐火（耐磨）混凝土和保温层砌成。

### 1) 炉墙砌筑：

A. 砌筑该炉前，应根据碳化硅砖、粘土质耐火砖，保温砖及红砖的砌体类别，通过试验确定泥浆的调制和加水量（或加结合剂），同时检查泥浆的砌筑性能（凝结时间）是否满足砌筑要求。调制泥浆用洁净的水。掺有水泥、水玻璃的泥浆不应在砌筑前过早调制，已初凝的泥浆不得使用，磷酸类泥浆所用的原材料及其配合比应符合《高强度磷酸盐泥浆施工技术暂行规程》的规定，或全部做鉴定并经批准的新产品说明书的规定进行调制。

B. 调制泥浆时，必须称量准确、搅拌均匀、不应在调制好的泥浆内任意加水活结合剂。不同品种、牌号的泥浆不得混用、错用。当天搅拌的泥浆以当天用完为宜。

C. 砌筑时，应根据炉子中心和标高检查砌体的各部尺寸和相关标高。砌体应错缝砌筑，砌体砖缝内泥浆应饱满，表面应匀缝，碳化硅砖砌筑时，砖缝厚度不大于 2mm、粘土质耐火砖砌筑时砖缝厚度不大于 2mm、保温砖缝厚度不大于 5mm、外部红砖缝厚度 8—10mm。特殊部位砌筑符合规范的规定。

D. 砌筑时，不得在砌体上砍砖，砌砖应用橡胶锤找正，泥浆干固后不得敲打砌体，砌加工后的砖时，加工面不宜朝向炉膛内表面或膨胀缝，拉固砖应在炉墙内外层高度基本相等时放置。在同一砖层内，前后相邻砖列和上下相邻砖层的砖缝应交错。

E. 墙的砌体要平整和垂直、砌墙时要拉线、用水平尺和靠尺经常检查砌体表面的平整度、用控制样板检查墙的垂直度，以上检查用具必须经检查合格后方可使用。

F. 砌体砖缝灰浆的饱满度不应低于 90%，砌体砖缝的厚度应在炉子每组份砌体每 5m<sup>2</sup> 的表面上用卷尺检查 10 处，均应符合规范标准的要求。

### 2) 耐火耐磨浇注料施工：

A. 成品耐火浇注料施工前应对其进行必要的技术检验工作、确认符合设计要求后，投入使用。工地自己配耐火浇注料应按设计提出的技术要求进行选择，对所选定的骨料和粉料，应按其理化性能及颗粒级数进行复合，对所选用的结

合剂（水泥、水玻璃、磷酸等）应根据其技术要求进行性能检验。

B. 配合比的确定，成品耐火浇注、通常根据生产厂提供的施工说明书规定的配合比和要求进行施工。工地自己的耐火浇注料则应通过试验定取样试配。在满足施工和易性要求的情况下，制成试块，并按所规定项目进行检验，当检验结果达到设计要求后才能确定最终施工配合比。

C. 耐火浇注料施工用的模板应根据工程结构的特点和工程量大小予以选择。是否采用固定式、吊挂式、和工具式等，模板的材质用钢模木模，模板施工时应符合尺寸标准。支撑牢固、模板组合安装于施工，搭接缝严密，不漏浆要求进行施工。模板施工前应涂刷防护机油等隔离剂，以防黏结。

D. 搅拌浇注料时，水泥系列的结合剂混凝土一次搅拌量应以 30 分钟以内施工完为一批量，搅拌的次序应分两次进行，先加入骨料、粉料和水泥进行干混，然后，加入所需水量的 1/2 均匀搅拌约 1 分钟，最后再加入剩余的水搅拌 5 分钟为宜。

水玻璃系列结合剂混凝土先将骨料加入规定模数的水玻璃用量 1/3 搅拌 2 分钟，再将粉料和规定比例的助凝剂均匀混合好的加入搅拌机内，同时也将其余的水玻璃用量加入充分搅拌约 5 分钟。

磷酸系列结合剂混凝土（高温耐磨浇注料）的搅拌，先将成品料或粗细骨料混合均匀，然后慢慢加入按规定浓度事先配制好的磷酸溶液需用量的 2/3，搅拌 1—2 分钟，进行困料 16—24 小时，以利气体排除浇注前应加入 2~3% 的高铝水泥促凝剂，并将余下的 1/3 磷酸溶液用量加入并搅拌均匀，以搅好的磷酸浇注料不得任意加水。

E. 浇注与振捣：耐火浇注料采用振捣机具分层振捣其振捣机具宜采用插入式振捣棒或平板式振动器。振捣时，应掌握浇注料层厚度，不应超过振捣棒作用部分长度的 1.25 倍。当用平板式振动器时，其厚度不应大于 200mm，浇注料应连续进行浇注，在前一层浇注料初凝前，应将下一层浇注料浇注完毕，如施工间歇超过其初凝时，应按施工缝要求进行处理。

F. 养护与脱膜：耐火浇注料，高温耐磨浇注料由于品种和类别的不同，其养护时间和养护环境要求也不同，高铝水银浇注料为潮湿养护不少于 3 天，水玻璃浇注料为干燥环境养护不少于 7 天，磷酸耐火浇注料（掺高铝水银 2%）干燥环境养护不少于 3 天。磷酸浇注料切忌用水或蒸气养护，水玻璃浇注料也不

能洒水养护。

脱膜时，不承重模板应以浇注料湿度能保证其表面及棱角不因脱膜受损坏时，方可拆除，承重模板则应在浇注料达到强度 70%时方可拆除。

### 3) 耐火可塑料施工：

A. 可塑料在施工前应按设计要求检验其理化性能的各项指标，衡量可塑料施工性能的可塑性指数 20~30%为宜，采用风动捣固机配以风动锤头（橡胶）作为可塑料捣打工具，可塑料施工采用钢模，通常制备 3 段模板进行循环安装，炉顶宜采用吊模方法。

B. 可塑料坯铺排应错缝靠紧，并应逐层进行捣打，既在第一层料坯全部捣打完毕后方可铺排第二层，其捣打方向应垂直于施工面。如采用散装可塑料时，每层铺料厚度不宜超过 100mm，可采用风动捣固机，进行捣打时，以锤头与锤头重叠 2/3 行与行重叠 1/2 的方式向前移动，往复捣打 3—4 遍，如遇到施工间隙时，应用塑料薄布将捣固体覆盖捣打中断较长时，按缝应留在同一排错固砖的中心线处，当继续捣打时，应将其表面刮毛。

C. 捣打完的炉墙厚度一般比设计尺寸稍大（支模时大 6—8mm，不支模时大 20mm 左右）以便施工后修整，修整时，用切削工具按设计尺寸削去表面多余部分，使内部气孔外露。

D. 可塑料捣打完毕并将模板拆除后，应在料体表面上及时进行修整，修整后的可塑料炉墙硬化前，应于受热面上开设直径为 4—6mm 通气孔，间距宜为 150mm~230mm，位置宜开设在两个错固砖中间，深度约为捣固体厚度的 1/2~2/3。可塑料内衬受热面的膨胀线，应按设计位置切割，宽度为 5mm，深度为 50~80mm，修整后的可塑料炉衬，如不能及时烘炉，应用塑料布覆盖养护。

## 五、主要施工机具需用计划

主要施工机具需用计划表

序号	机械或设备名称	型号规格	数量	国别 地产	产权人	状况
1	载重汽车	5t	2	国产	自有	良好
2	道 木	200×200×2500	200			
3	砼搅拌机	370L	1	国产	自有	良好

4	氩弧焊机	300A	15	国产	自有	良好
5	逆变焊机	ZX7-400S	10	国产	自有	良好
6	卷扬机	5t	4	国产	自有	良好
7	电动试压泵	ZD-SY	1	国产	自有	良好
8	手拉葫芦	2~5t	20			
9	砂轮机	φ100	15	国产	自有	良好
10	砂浆搅拌机	HJ1-200	2	国产	自有	良好
11	焊条烘干箱	ZD-SY59	2	国产	自有	良好
12	汽车吊	120t	1	日产	自有	良好
13	汽车吊	25t	1	日产	自有	良好
14	拖板车	60吨		国产	自有	良好
15	探伤机	X2015	2	国产	自有	良好
16	龙门架	26	2			
17	水准仪	DN528	2	国产	自有	良好
18	经纬仪	J6/TCE	2	国产	自有	良好
19	千斤顶	32t	4			

**主要施工机具需用计划表**

序号	名称	规格	单位	数量
1	平尺	2m	个	1
2	平尺	1m	个	1
3	测温计		个	1
4	测振仪		块	1
5	百分表		块	8

6	磁力表架		台	4
7	冲击钻	13mm	台	1
8	外径千分尺	0-200	套	1
9	钳工水平仪	100	块	1
10	钳工水平仪	150	块	1
11	合象水平仪		块	1
12	内径千分尺	0-575	套	1
13	转数表		台	1
14	液压千斤顶	10t	个	2
15	液压千斤顶	5t	个	2

**主要施工机具需用计划表**

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1	摇表	2500V	块	2	
2	摇表	1000V	块	2	
3	摇表	500V	块	2	
4	钳形电流表		块	2	
5	万用表		块	8	
6	对讲机		付	8	
7	耳机		付	4	
8	无齿锯	Φ400	台	3	

9	立式台钻		台	2	
10	手电钻	13mm	把	3	
11	转速表		块	2	
12	冲击钻		把	1	
13	电动套丝机		台	1	
14	电动煨弯机		台	1	
15	电动仪表综合效验仪	DFX-06	台	1	
16	精密电阻箱	0.01	个	1	
17	压力效验仪		台	1	
18	活塞压力表	0-10MPa	台	1	
19	精密标准压力表	0-2.5 MPa	快	3	
20	精密标准压力表	0-10MPa	快	2	

## 六、劳动力需用计划

### 劳动力需用计划

	7月份	8月份	9月份	10月份
管工	4	15	15	8
铆工				
钳工				
焊工	2	10	10	4
起重工	1	2	2	

电工		1	2	2	1
筑炉工				20	20
力工		10	20	20	10
仪表					
气焊工		2	2	2	2
电试验					
无损检测			3	3	
合 计					

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM