

UDC

中华人民共和国黑色冶金行业标准

**YB**

P

YB 4408—2014

---

**高炉 TRT 系统电气设备安装工程  
施工验收规范**

**Code for construction and acceptance of blast furnace TRT  
electric equipment installation engineering**

2014-05-06 发布

2014-10-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

中华人民共和国黑色冶金行业标准

高炉 TRT 系统电气设备安装工程  
施工验收规范

Code for construction and acceptance of blast  
furnace TRT electric equipment installation  
engineering

YB 4408—2014

主编单位：天津二十冶建设有限公司

中国二十冶集团有限公司

批准部门：中华人民共和国工业和信息化部

施行日期：2014 年 10 月 1 日

冶金工业出版社

2014 北 京

## 前 言

本规范根据工业和信息化部工信厅科[2011]134号《关于印发2011年第二批行业标准制修订计划的通知》的安排,由中国冶金建设协会组织,天津二十冶建设有限公司、中国二十冶集团有限公司会同有关单位制订的。

在编制过程中,规范编制组学习了有关现行国家法律、法规及标准,进行了调查研究,总结了多年来高炉 TRT 系统电气设备安装工程施工经验,对规范条文反复讨论修改,并广泛征求了有关单位和专家的意见,最后经审查定稿。

本规范共分十二章,包括总则,术语,施工准备,变压器安装,母线装置安装,配电柜及操作台、箱安装,电缆线路安装,避雷及接地系统安装,爆炸、火灾危险场所电气安装,发电机安装,主要设备的检验与试验,并网等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范将来需要进行局部修订,有关局部修订的信息和条文内容将刊登在《工程建设标准化》杂志上。

请各单位在执行规范的过程中,注意总结经验,积累资料,随时将有关意见和建议反馈给天津二十冶建设有限公司(地址:天津市东丽区无瑕街,邮政编码:300301)以便今后修订时参考。

本规范主编单位:天津二十冶建设有限公司

中国二十冶集团有限公司

参编单位:中冶天工集团有限公司

主要起草人:王亚冰 冯晓光 孙风云 朱 桁 陈临韬

李晓峰 武立志 周进书 周翠娟 曹跃进

虞日升 薛亚东

主要审查人:张学启 牛树安 于志宏 张冠军 赵 友  
孙吕明 马宏颖 宋云刚 陆明春



目 次

1 总则 ..... 1

2 术语 ..... 2

3 施工准备 ..... 4

4 变压器安装 ..... 5

    4.1 一般规定 ..... 5

    4.2 本体安装 ..... 5

    4.3 主要附件安装 ..... 5

    4.4 变压器注油 ..... 6

    4.5 电抗器 ..... 6

    4.6 互感器 ..... 7

5 母线装置安装 ..... 9

    5.1 一般规定 ..... 9

    5.2 母线制作 ..... 9

    5.3 母线安装 ..... 9

    5.4 绝缘子、绝缘套管及支架安装 ..... 10

6 配电柜及操作台、箱安装 ..... 12

    6.1 一般规定 ..... 12

    6.2 基础型钢安装 ..... 12

    6.3 配电柜及操作台、箱安装 ..... 13

7 电缆线路安装 ..... 14

    7.1 一般规定 ..... 14

    7.2 电缆支架、桥架安装 ..... 14

    7.3 保护管安装 ..... 16

    7.4 电缆敷设及配线 ..... 17

8 避雷及接地系统安装 ..... 18

8.1	一般规定	18
8.2	接地装置的选择	18
8.3	接地装置的安装	19
8.4	接地体(线)的连接	20
8.5	厂房避雷针(线、带、网)的接地	21
9	爆炸、火灾危险场所电气安装	22
9.1	一般规定	22
9.2	防爆电气设备的安装	22
9.3	防爆区域电缆敷设接线	22
10	发电机安装	24
10.1	开箱验收	24
10.2	基础交接复查	24
10.3	垫铁组的安装	24
10.4	发电机安装	26
10.5	试车准备	30
11	主要设备的检验与试验	32
11.1	电力变压器	32
11.2	发电机	34
11.3	电压互感器	37
11.4	电流互感器	39
11.5	断路器	40
11.6	避雷器	41
11.7	综合继电保护试验	43
11.8	母线及绝缘子系统耐压	44
11.9	电力电缆	44
11.10	二次回路	45
11.11	1kV 及以下配电装置和馈电线路	47
11.12	电抗器	47
11.13	零序互感器	48
11.14	同期屏	49

12 并网 ..... 51

12.1 并网的试验项目 ..... 51

12.2 发电机的短路试验 ..... 51

12.3 发电机的空载试验 ..... 51

12.4 并网 ..... 52

12.5 并网后,检查发电机有功功率的调节功能 ..... 52

12.6 并网后,检查发电机无功功率的调节功能 ..... 53

12.7 发电机并网后带负荷考核 ..... 53

附录 A 设备交接试验记录表 ..... 54

附录 B 并网试验记录表 ..... 80

本规范用词说明 ..... 85

引用标准名录 ..... 86

条文说明 ..... 87

## Contents

<b>1</b>	<b>General provision</b>	1
<b>2</b>	<b>Terminology</b>	2
<b>3</b>	<b>Preparations for construction</b>	4
<b>4</b>	<b>Installation of transformer</b>	5
4.1	General provision	5
4.2	Installation of the body of the device	5
4.3	Installation of main accessories	5
4.4	Oil injection of transformer	6
4.5	Electric reactor	6
4.6	Current and potential transformer	7
<b>5</b>	<b>Installation of bus bar</b>	9
5.1	General provision	9
5.2	Production of bus bar	9
5.3	Installation of bus bar	9
5.4	Installation of insulator ,insulating sleeve and bracket	10
<b>6</b>	<b>Installation of power distribution cabinet, control desk and box</b>	12
6.1	General provision	12
6.2	Installation of the section steel of foundation	12
6.3	Installation of power distribution cabinet,box	13
<b>7</b>	<b>Installation of cable system</b>	14
7.1	General provision	14
7.2	Installation of cable bearer and cable tray	14
7.3	Installation of protection pipe	16



7.4	Cable laying and wiring .....	17
<b>8</b>	<b>Installation of lightning protection and grounding system .....</b>	<b>18</b>
8.1	General provision .....	18
8.2	Selection of grounding connection .....	18
8.3	Installation of grounding connection .....	19
8.4	Connection of grounding conductor(wire) .....	20
8.5	Grounding of lightning rod(wire, strip, grid) of workshop .....	21
<b>9</b>	<b>Electrical installation in explosive and fire hazardous area .....</b>	<b>22</b>
9.1	General provision .....	22
9.2	Installation of anti explosion electrical equipment .....	22
9.3	Cable laying and connection in anti-explosion area .....	22
<b>10</b>	<b>Installation of generator .....</b>	<b>24</b>
10.1	Unpacking and accepting .....	24
10.2	Unloading and storage .....	24
10.3	Review the base for hand over .....	24
10.4	Installation of anchor bolts, shim plates .....	26
10.5	Installation of generator .....	30
<b>11</b>	<b>Inspection and test of major equipment .....</b>	<b>32</b>
11.1	Power transformer .....	32
11.2	Generator .....	34
11.3	Potential transformer .....	37
11.4	Current transformer .....	39
11.5	Breaker .....	40
11.6	Lightning arrester .....	41
11.7	Test of comprehensive protection device .....	43

11.8	Bus bar and insulator system withstand .....	44
11.9	Power cable .....	44
11.10	Secondary circuit .....	45
11.11	1kV and under power distribution unit and feeder line .....	47
11.12	Electric reactor .....	47
11.13	Neutral-current transformer .....	48
11.14	Synchronizing panel .....	49
<b>12</b>	<b>Grid connection test of synchronous generator .....</b>	<b>51</b>
12.1	Test items of grid connection .....	51
12.2	Short circuit test of synchronous generator .....	51
12.3	Open circuit test of synchronous generator .....	51
12.4	Grid connection test of synchronous generator .....	52
12.5	Active power regulation test of synchronous generator after grid connection .....	52
12.6	Reactive power regulation test of synchronous generator after grid connection .....	53
12.7	Load checking after grid connection test of synchronous generator .....	53
<b>Appendix A Form of equipment hand-over test record .....</b>		<b>54</b>
<b>Appendix B Grid connection test record .....</b>		<b>80</b>
<b>Explanation of wording in this code .....</b>		<b>85</b>
<b>List of quoted standards .....</b>		<b>86</b>
<b>Explanation of provisions .....</b>		<b>87</b>

## 1 总 则

1.0.1 为了指导高炉 TRT 系统电气设备安装施工验收,保证建设工程质量,促进工程施工水平的提高,确保 TRT 系统的安全运行,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于高炉 TRT 系统电气设备安装工程施工验收。

1.0.3 在交接验收时,应向甲方提交下列资料 and 文件:

1 实际施工的记录图。

2 变更设计的证明文件。

3 制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。

4 安装技术记录(包括隐蔽工程记录等)。

5 测试记录。

1.0.4 高炉 TRT 系统电气设备安装工程施工验收除应执行本规范的规定外,尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。



## 2 术 语

### 2.0.1 TRT

TRT 取自 Blast Furnace Top Gas Recovery Turbine Unit, 原意为高炉炉顶气回收透平单元, 本规范特指“高炉煤气余压回收透平发电装置”。

### 2.0.2 电缆 cable

指电缆线路中除去电缆接头和终端等附件以外的电缆线段部分, 通常称为电缆。

### 2.0.3 电缆终端 cable terminal

安装在电缆末端, 以使电缆与其他电气设备相连接, 并维持绝缘直至连接点的装置。

### 2.0.4 电缆接头 joint

连接电缆与电缆的导体、绝缘、屏蔽层和保护层, 以使电缆线路连续的装置。

### 2.0.5 电缆支架 cable bearer

电缆敷设就位后, 用于支持和固定电缆的装置的统称, 包括普通支架和桥架。

### 2.0.6 电缆桥架 cable tray

由托盘(托槽)或梯架的直线段、非直线段、附件及支吊架等组合构成, 用以支撑电缆具有连续的刚性结构系统。

### 2.0.7 电缆保护管 cable pipe, cable conduits

按照电缆规格相配的保护电线电缆不受损害的线管。

### 2.0.8 电力复合脂 electrical joint compound

又称电力节能复合脂, 亦称导电膏, 是一种使得两金属导体之间电接触性能良好的中性导电敷料。

### 2.0.9 接地体 earthing electrode

又称接地极, 是接地系统中与土壤直接接触的金属导体或导

体群。

**2.0.10 接地线** grounding wire

电气设备接地端子与接地体连接用的在正常情况下不载流的金属导体,称为接地线。

**2.0.11 接地装置** grounding connection

接地体和接地线的总和,称为接地装置。

**2.0.12 接地电阻** grounding resistance

接地体的对地电阻和接地线电阻的总和,称为接地装置的接地电阻。

**2.0.13 防爆电气设备** electrical apparatus for explosive atmospheres

按规定标准设计制造不会引起周围爆炸性混合物爆炸的电气设备。

**2.0.14 电力变压器** power transformers

一种静止的电气设备,是用来将某一数值的交流电压(电流)变成频率相同的另一种或几种数值不同的电压(电流)的设备。

**2.0.15 发电机** generator

能把机械能转变为电能的电磁机械设备的总称。

**2.0.16 避雷器** surge arrester

保护电气设备免受瞬时过电压危害的装置。

### 3 施工准备

3.0.1 工程开工前施工单位应进行图纸自审、会审,建设单位应组织开展设计交底工作。

3.0.2 施工单位应根据已审批的 TRT 电气设备安装施工组织设计或施工方案组织施工。针对发电机吊装及并网发电应编制专项施工方案。

3.0.3 施工单位组织做好技术交底工作。施工人员应取得相应的技能等级证书后方可上岗。

3.0.4 设备、材料到达现场后应及时进行验收。重要设备应由建设单位、监理单位、施工单位及设备厂家共同参与验收,施工单位做好验收记录。

3.0.5 设备、材料验收主要检查内容:

- 1 材料、设备型号、规格应与设计一致;
- 2 出厂合格证、试验报告、随机图纸、说明书等文件资料应齐全;
- 3 设备外观完好,应无破损、开裂、漏油、锈蚀、涂漆起皮、褶皱及机械损伤等现象,无瑕疵;
- 4 设备安装尺寸应与说明书和设计一致;
- 5 设备及材料验收后,应按产品技术说明的规定进行保管。

## 4 变压器安装

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 变压器进场应进行检查,外观应无破损、开裂、漏油、锈蚀、涂漆起皮、褶皱及机械损伤等现象。
- 4.1.2 变压器安装前应先核准变压器安装方向。
- 4.1.3 安装用的紧固件除地脚螺栓外,应采用镀锌制品。
- 4.1.4 变压器的中性点应按设计要求连接。
- 4.1.5 正常不带电的箱体、支架和外壳等均应按照设计要求接地,连接正确可靠,接地电阻值符合设计要求。
- 4.1.6 变压器及其附件的所有瓷件均应符合现行国家标准《高压绝缘子瓷件技术条件》GB/T 772 的有关规定。
- 4.1.7 工程验收应进行下列检查:
  - 1 设备外观应完整无缺损;
  - 2 设备应无渗油,油位指示应正常;
  - 3 保护间隙的距离应符合规定;
  - 4 接地应良好。

### 4.2 本体安装

- 4.2.1 变压器基础应符合设计要求并验收合格。其安装位置应符合设计要求,附件齐全,固定牢固。
- 4.2.2 变压器应使其顶盖沿气体继电器气流方向有 $1\%\sim 1.5\%$ 的升高坡度。

### 4.3 主要附件安装

- 4.3.1 附件安装位置及要求应严格按照变压器制造厂技术要求进行安装。



#### 4.3.2 储油箱安装应符合下列规定：

- 1 储油箱安装前应清洗干净；
- 2 储油箱安装后，接口处应密封良好，油路畅通，流动无阻碍；
- 3 油位表动作应灵敏、无卡阻，油位表或油标管的指示必须与储油箱内油位相符。

#### 4.3.3 气体继电器安装应符合下列规定：

- 1 气体继电器安装前应经检验鉴定合格；
- 2 气体继电器标志箭头应指向储油箱，与连通管的连接应密封良好。

#### 4.3.4 压力释放装置的安装方向应正确；阀盖和升高座内部应清洁，密封良好。

#### 4.3.5 吸湿器与储油箱间的连接管的密封应良好，管道应通畅，吸湿剂应干燥，油封油位应在油面线上或按产品的技术要求进行。

#### 4.3.6 温度计安装前应进行校验，信号接点应动作正确、良好。

### 4.4 变压器注油

#### 4.4.1 绝缘油必须按现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的有关规定试验合格后，方可注入变压器。不同牌号的绝缘油或同牌号的新油与运行过的油混合使用前，必须做混油试验。

#### 4.4.2 注油工作不宜在雨天或雾天进行，注油环境应干燥无灰尘杂质。

#### 4.4.3 注油应按制造厂的规定执行，从规定的注油口进行注油，应注油至额定油位。

#### 4.4.4 注油完毕后，应静置一段时间后再进行受电，其静置时间不应少于 24h。按照规定静置后，应按照制造厂规定程序进行多次放气，直至残余气体排尽。

### 4.5 电抗器

#### 4.5.1 电抗器安装应符合下列规定：

- 1 应严格按照设计要求和设备技术要求进行安装;
  - 2 电抗器上、下重叠安装时,应在其绝缘子顶帽上放置厚度不超过 4mm 的绝缘板垫片或橡胶垫片,在户外安装时应用橡胶垫片;
  - 3 设备接线端子与母线的连接,当其额定电流为 1500A 及以上时,应采用非磁性材料制成的螺栓;
  - 4 电抗器间隔内所有磁性材料的部件均应可靠固定。
- 4.5.2 电抗器的支柱绝缘子的接地,应符合下列要求:
- 1 上、下重叠安装时,底层的所有支柱绝缘子均应接地,其余的支柱绝缘子不接地;
  - 2 单独安装时,每相支柱绝缘子均应接地;
  - 3 支柱绝缘子的接地线不应成闭合环路。

## 4.6 互 感 器

### 4.6.1 油浸式互感器的安装应符合下列规定:

- 1 互感器的安装应水平,并列安装应排列整齐,同一组互感器的极性方向应一致;互感器的变比分接头位置应符合设计规定;二次接线端子应接线牢固,绝缘良好,标识清晰;
- 2 电压互感器的均压环装置应牢固、水平,方向正确;
- 3 互感器发现异常情况时,应会同设备制造厂人员进行检查。

### 4.6.2 干式互感器的安装应符合下列规定:

- 1 母线型互感器的等电位弹簧支点应固定牢固,母线应位于中心;与母线连接时端子应不受附加力作用,接触良好;
- 2 套管式互感器,额定电流大于 1500A 装于钢板构架上时,应有切断磁路措施;
- 3 电流互感器一次、二次线圈不得有断线和开路;二次回路中接线铜导线截面不小于  $2.5\text{mm}^2$ ;
- 4 电容式电压互感器必须根据产品编号进行组装,不得互换;二次线圈不应短路,各组件连接处的接触表面,应除去氧化层

并涂电力复合脂。

**4.6.3 零序电流互感器的安装应符合设计要求,若设计未要求则应符合下列规定:**

1 母线型零序电流互感器距钢架或铁丝网的最小距离不应小于 0.5m;互感器铁芯距其固定钢架的距离应不小于 40~50mm;

2 电缆式零序电流互感器距电缆终端头的距离不应小于 0.7m;离其他母线及大电流导体距离不应小于 1.5~2.0m;电缆对铁芯窗口的中心应对称排列;

3 不得有任何导磁物件与其铁芯接触或与其构成分磁回路。



## 5 母线装置安装

### 5.1 一般规定

5.1.1 母线进场后应对其外观和型号、规格进行检查,外观不应有裂纹、断裂现象,规格、型号应符合设计要求。

5.1.2 绝缘子及穿墙套管等瓷件,应符合现行国家标准《高压绝缘子瓷件技术条件》GB/T 772 和其他电瓷产品技术条件的有关规定。

5.1.3 安装紧固件应采用符合国家标准的镀锌制品,户外使用的紧固件应用热镀锌制品。

5.1.4 工程验收应进行下列检查:

1 金属构件加工、配置、螺栓连接、焊接等应符合国家现行标准的有关规定;

2 所有螺栓、垫圈、弹簧垫圈、锁紧螺母等应齐全、可靠;

3 母线配置及安装应符合设计规定且连接正确。相间及对地电气距离符合要求;

4 瓷件应完整、清洁;铁件和瓷件胶合处均应完整无损;

5 油漆应完好;相色正确;接地良好。

### 5.2 母线制作

5.2.1 母线应矫正平直,切断面应平整,无毛刺。

5.2.2 矩形母线应进行冷弯,不得进行热弯,弯曲时,不应有裂纹和褶皱现象,其弯曲半径应符合相关国家标准。

5.2.3 母线接触面加工必须平整,无氧化,镀锡处理。

### 5.3 母线安装

5.3.1 母线与母线之间或母线与电器接线端子的接触面应符合下列规定:

- 1 母线接触面加工后必须保持清洁,并涂电力复合脂;

- 2 螺栓布置应符合国家相关标准规定。螺纹应露出螺母 2~3 扣;相邻垫圈间应有不小于 3mm 的间隙;紧固螺栓应用力矩扳手,紧固力矩应按国家相关标准执行。

5.3.2 母线的固定应符合下列规定:

- 1 母线固定装置应无毛刺和棱角;

- 2 母线卡具与绝缘子间的固定应牢固,不应使母线受到额外应力;卡具应采用非导磁性材料;

- 3 母线平放时,母线支持夹板的上部压板应与母线保持 1~1.5mm 的间隙,立放时上部压板与母线间有 1.5~2mm 的间隙。当母线与设备连接时,在距离设备端最近的一个瓷瓶上应将母线固定牢固。

5.3.3 母线的相序排列应符合设计规定;当设计无规定时,应符合下列规定:

- 1 上、下布置的交流母线由上到下排列为 A、B、C 相;

- 2 水平布置的交流母线,由柜后向柜面排列为 A、B、C 相;

- 3 引下线的交流母线由左至右排列为 A、B、C 相。

5.3.4 母线的相色标识应符合下列规定:

- 1 三相交流母线标识颜色应为 A 相为黄色,B 相为绿色,C 相为红色;

- 2 直流母线:正极为赭色,负极为蓝色;

- 3 单片母线的表面及多片母线的表面均应做相色标识。

- 4 母线的螺栓连接及支持件连接处、母线与电器的连接处以及距所有连接处 10mm 以内的区域不应涂漆。

5.3.5 成套供应的封闭母线,插接母线槽应严格按照设备厂家技术要求安装,其各段标志应清晰、准确。

## 5.4 绝缘子、绝缘套管及支架安装

5.4.1 绝缘子与绝缘套管安装前应进行外观检查和电气性能测

试合格后方可使用,瓷件、法兰应完整无裂纹,胶合处填料完整,结合牢固。

**5.4.2** 绝缘子与穿墙套管安装前应按现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的有关规定试验,并出具试验报告。

**5.4.3** 绝缘子的底座、套管的法兰、保护网(罩)及母线支架等应按设计要求可靠接地,不应作为接地的接续导体。

**5.4.4** 绝缘子顶面及中心线应一致,偏差不大于 2mm,固定应牢固。

**5.4.5** 低压绝缘子与金属接触面间应垫橡胶或钢纸垫。

**5.4.6** 安装瓷绝缘套管孔洞直径应比嵌入部分至少大于 5mm。铁磁性孔板应断开磁路。

**5.4.7** 支架应固定牢固,金属支架应接地良好。

## 6 配电柜及操作台、箱安装

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 配电柜、箱在搬运和安装时应防止振动、受潮、框架变形和漆面受损等,当产品有特殊规定时,应符合产品技术文件的要求。
- 6.1.2 设备安装用紧固件,应采用镀锌制品,宜采用标准件。
- 6.1.3 安装调试完毕后,建筑物中的预留孔洞及电缆管口应做好封堵。
- 6.1.4 工程验收应进行下列检查:
  - 1 设备固定及接地应可靠,漆层应完好,清洁整齐;
  - 2 手车或抽屉式开关柜在推入或拉出时应灵活,机械闭锁可靠;照明装置齐全;
  - 3 操作及联动试验正确,符合设计要求。

### 6.2 基础型钢安装

- 6.2.1 基础型钢应与接地干线相连,不少于两点可靠接地。
- 6.2.2 基础型钢安装后,其顶部宜高出抹平地面 10mm,手车式成套柜应按产品技术要求执行。
- 6.2.3 基础型钢安装偏差应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 基础型钢安装偏差

项 目	允许偏差	
	mm/m	mm/全长
顶面平直度	1	5
侧面平直度	1	5
位置误差及不平行度	—	5



6.3 配电柜及操作台、箱安装

- 6.3.1 配电柜、箱正常不带电的金属外壳必须可靠接地。
- 6.3.2 配电柜单独安装或成列安装时的偏差应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 配电柜安装的允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差
垂直度(每米)		1.5
盘间接缝		2
盘面偏差	相邻两盘	1
	成列盘面	15

- 6.3.3 柜、箱的漆层应完整,无损伤。固定支架等应防腐完好。
- 6.3.4 柜、箱安装应与固定支架、基础槽钢连接牢固。主控制柜,继电保护柜和自动装置柜等不得与基础槽钢直接焊接。
- 6.3.5 操作箱、操作台等安装应牢固可靠。安装位置宜便于检修和操作。操作箱安装高度应符合设计要求,无要求时安装高度宜为箱中心距地面 1.5m。
- 6.3.6 手车、抽屉式成套配电柜推拉应灵活,无卡阻现象。

## 7 电缆线路安装

### 7.1 一般规定

7.1.1 电缆支架、桥架和保护管应安装牢固,不得松动,禁止固定在发电机、透平机等设备上。固定方式应符合设计要求。

7.1.2 电缆盘运输或滚动时必须顺着电缆盘上的箭头指示或电缆缠紧的方向。

7.1.3 电缆严禁有绞拧、铠装压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷。

7.1.4 严禁在已穿电缆的金属保护管上焊接作业。

7.1.5 工程验收应进行下列检查:

1 电缆型号、规格应符合设计规定;排列整齐,无机械损伤;标志牌应装设齐全、正确、清晰;

2 电缆的固定、弯曲半径、有关距离和单芯电力电缆的金属层接线等应符合本规范的规定;相序排列应与设备连接相序一致,并符合设计要求;

3 电缆终端头、电缆中间接头应固定牢固可靠。电缆与所接设备端子应解除良好;

4 电缆线路所有应接地的接点应与接地极接触良好,接地电阻值应符合设计要求;

5 电缆终端的相色应正确,电缆支架等金属部件防腐层应完好。电缆管口封堵应严密;

6 电缆沟、桥架和隧道等电缆敷设路径内应无杂物,无积水,盖板齐全。

### 7.2 电缆支架、桥架安装

7.2.1 电缆支架的加工应符合下列规定:

- 1 加工钢材应平直,无明显扭曲,切断面应无毛刺等划伤电缆的隐患;

- 2 支架焊接应牢固,无明显变形,支架应进行防腐处理;

- 3 层间距应符合设计要求,无要求时,层间净距不应小于 2 倍电缆直径外加 10mm,35kV 及以上高压电缆不应小于 2 倍电缆直径加 50mm。

7.2.2 在同一区域内安装的支架间距应保持一致,其偏差不得大于 100mm。

7.2.3 电缆桥架安装应符合下列规定:

- 1 质量应符合现行有关桥架生产的技术标准;

- 2 规格,支吊架跨距,防腐类型均应符合设计要求;

- 3 支架或托臂上均应固定牢固,连接板螺栓应紧固且连接板两端不少于 2 个有放松螺帽或防松垫圈的连接螺栓,螺母应位于桥架外侧;

- 4 转弯处的转弯半径,不应小于该段桥架上电缆最小允许弯曲半径的最大值;

- 5 安装完桥架应防腐完好,不应有毛刺、尖锐棱角,接口处应平整;

- 6 当直线段钢制电缆桥架超过 30m,铝合金或玻璃钢制桥架长度超过 15m 时,应设置伸缩缝,其连接宜采用伸缩连接板;跨越建筑物伸缩缝处应设置伸缩缝。

7.2.4 沿电缆桥架敷设镀锌扁钢作为接地干线时,电缆桥架接地应符合下列规定:

- 1 电缆桥架全长不大于 30m 时,不应少于 2 处与接地干线相连;

- 2 全长大于 30m 时,应每隔 20m 与接地干线做电气连接;

- 3 电缆桥架的起始端和终点端应与接地干线可靠连接;

- 4 电缆桥架连接部位宜采用两端压接镀锡铜鼻子的铜绞线跨接。跨接线最小允许截面积不小于 4mm<sup>2</sup>。

7.2.5 电缆桥架应在煤气管道和热力管道下方敷设,并按照设



计要求保持规定距离。

7.3 保护管安装

- 7.3.1 金属保护管必须接地可靠。
- 7.3.2 保护管安装的型号规格应符合设计要求。
- 7.3.3 电缆保护管管口应无毛刺和尖锐棱角,管口应加工成喇叭口状或加设护线帽。
- 7.3.4 电缆保护管弯制后,不应有裂缝,椭圆度不宜大于管子外径的10%。
- 7.3.5 电缆保护管的弯曲半径应符合表 7.3.5 的要求。

表 7.3.5 电缆保护管的弯曲半径

管子最小弯曲半径	明配管		不小于 6D
	暗配管	管子只有一个弯	不小于 4D
		管子有两个弯以上	不小于 6D
注: D 为保护管外径。			

- 7.3.6 金属保护管内外壁均应进行防腐,当埋于混凝土内时,钢管外壁应除锈但不得涂刷防腐漆。
- 7.3.7 每根保护管的弯头数量不宜超过 3 个。
- 7.3.8 金属保护管的连接不应直接对焊,宜采用套管焊接或螺纹管接头的连接方式,连接后两管口不应错位,应连接牢固,密封良好。
- 7.3.9 明配保护管应排列平直整齐,固定点均匀。明配管固定宜采用 U 型卡固定。钢管管卡间的最大距离应符合表 7.3.9 的规定。

表 7.3.9 钢管管卡间的最大距离

敷设方式	管的种类	管的直径/mm			
		15~20	25~32	40~50	65 以上
		管卡间最大距离/m			
吊、支架或沿墙敷设	厚壁钢管	1.5	2.0	2.5	3.5
	薄壁钢管	1.0	1.5	2.0	—

**7.3.10** 引至设备的电缆保护管管口位置,应便于与设备连接但不得妨碍设备的拆装及进出。

**7.3.11** 进入盘柜的保护管应按照设计要求进行封堵。

## **7.4 电缆敷设及配线**

**7.4.1** 交流单芯电缆,不得单独穿于钢导管内。交流单芯电力电缆宜按紧贴正三角形排列敷设,用绑扎带扎紧,绑扎点距离不宜超过 1m,在拐弯处应加设绑扎点。交流单芯电缆的固定夹具不应形成闭合磁路。

**7.4.2** 电缆敷设时拐弯处不应小于电缆的最小弯曲半径,电缆最小弯曲半径为控制电缆不应小于 10 倍电缆外径,动力电缆不应小于 20 倍电缆外径。

**7.4.3** 对有抗干扰规定的电缆线路,应严格按照设计规定采取抗干扰措施。

**7.4.4** 电缆敷设终端和接头处宜留有备用长度。

**7.4.5** 电缆两端应挂牌,标识出电缆编号、规格、型号、起点和终点。

**7.4.6** 电缆终端头、电缆接头制作应符合下列规定:

1 高压电缆终端头、高压电缆接头的制作应严格按照厂家技术文件规定执行;

2 接地线焊接牢固,接触良好、固定可靠;

3 电缆终端头安装时应固定牢固,电缆端子与设备连接后对设备和电缆头均不应产生外力,端子间及对地距离应符合相关标准规定。

**7.4.7** 电缆进入电缆沟、隧道、竖井、建筑物和设备等的出入口应封闭,管口应密封。

**7.4.8** 在电缆穿过竖井、墙壁、楼板、电缆桥架或进入电气盘柜的空洞处,应按照设计要求使用防火堵料封堵。

## 8 避雷及接地系统安装

### 8.1 一般规定

#### 8.1.1 电气装置的下列金属部分,均应接地:

- 1 电机、变压器等电器的金属底座和外壳;
- 2 屋内外配电装置的金属或钢筋混凝土构架以及靠近带电部分的金属遮栏和金属门;
- 3 配电、控制、保护用的屏(柜、箱)及操作台等的金属框架和底座;
- 4 电力电缆的分线盒、终端头的金属外壳和电缆的金属护层、电缆保护管。电缆保护管之间或与电器设备之间有金属软管过渡的,两端应采用黄绿软铜线进行电气连接;
- 5 电缆桥架、支架;
- 6 互感器的二次绕组。

#### 8.1.2 接地线不应作其他用途。

#### 8.1.3 煤气管道应按照设计要求进行防静电接地。

#### 8.1.4 每个电气装置的接地应以单独的接地线与接地干线相连接,不得串联连接。

#### 8.1.5 工程验收应进行下列检查:

- 1 按照设计施工完毕,接地施工质量符合本规范要求;
- 2 接地网外露部分连接可靠,接地线型号、规格正确,防腐完好,标识齐全、明显;
- 3 接地电阻值应符合设计要求。

### 8.2 接地装置的选择

#### 8.2.1 各种接地装置应按照设计规定制作及安装,接地阻值应符合设计规定。



8.2.2 人工接地网的敷设应符合以下规定：

1 人工接地网的外缘应闭合，外缘各角应作成圆弧形，圆弧的半径不宜小于均压带半径的一半；

2 接地网内应敷设水平均压带，按等间距或不等间距布置。

8.2.3 腐蚀比较严重的地区的接地装置，应适当加大截面积，或采用阴极保护等措施。

8.2.4 接地装置的人工接地体，导体截面应符合热稳定和机械强度的规定。

8.2.5 低压电气设备接地线的截面积应不小于表 8.2.5 要求。

表 8.2.5 低压电气设备接地线截面积要求

设备供电线路相线截面积 $S/\text{mm}^2$	接地线截面积 $\text{mm}^2$
$S \leq 4$	4
$4 \leq S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$35 \leq S$	$S/2$

8.2.6 不得利用金属软管、管道保温层的金属外皮或金属网、电缆金属护层作接地线。

8.2.7 在土壤电阻率较高地区，可采用以下措施降低接地电阻：

- 1 可敷设引外接地网或向外延伸接地体；
- 2 适当增补接地极的组数；
- 3 填充电阻率较低的物质或压力灌注降阻剂等以改善土壤导电性能。

### 8.3 接地装置的安装

8.3.1 接地体顶面埋设深度应符合设计规定，无规定时，不应小于 0.6m。接地体引出线和接地装置连接部位及外侧 100mm 范围内应做防腐处理。

8.3.2 角钢、钢管、铜棒、铜管等接地体应垂直安装。接地体的间距应符合设计规定，且不宜小于其长度的 2 倍。无设计规定

时,不宜小于 5m。与建筑物水平距离不小于 2m。

8.3.3 接地线应采取防止发生机械损伤和化学腐蚀的措施。

8.3.4 接地干线应在不同的两点及以上与接地网相连接。

8.3.5 明敷接地线的安装应符合下列规定:

1 安装位置应合理,便于检查,无妨碍设备的检修与运行巡视;

2 不得因加工方式造成接地线截面减小、强度减弱、容易生锈;

3 支架的距离应不大于 2m,在转弯处应增加支架;

4 接地线沿建筑物墙壁水平敷设时,离地面距离宜为 250~300mm;接地线与建筑物墙壁间的间隙宜为 10~15mm;

5 在接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时,应设置补偿。

8.3.6 配电室内明敷接地线的表面应涂 100mm 宽度相等的绿色和黄色相间的标识。

8.3.7 在接地线引向建筑物的入口处和检修用临时接地点处,均应设置代号为“三”的标识。

8.3.8 当电缆穿过零序电流互感器时,高压电缆终端头的接地引出线应通过零序电流互感器后接地;由电缆头至穿过零序电流互感器的接地线应对地绝缘。

8.3.9 避雷器应用最短的接地线与主接地网连接。

8.3.10 接地装置应按设计规定设置断接卡,并设置保护措施。

8.3.11 避雷引下线与暗管敷设的电、光缆最小平行距离为 1.0m,最小垂直交叉距离应为 0.3m;保护地线与暗管敷设的电、光缆最小平行距离为 0.05m,最小垂直交叉距离应为 0.02m。

#### 8.4 接地体(线)的连接

8.4.1 接地体(线)的连接应采用焊接,焊接必须牢固无虚焊。接至电气设备上的接地线,应用镀锌螺栓连接。

8.4.2 接地体(线)的焊接应采用搭接焊,其搭接长度不得小于下列规定:

- 1 扁钢为其宽度的 2 倍；
- 2 圆钢为其直径的 6 倍；
- 3 圆钢与扁钢连接时,其长度为圆钢直径的 6 倍；
- 4 扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接时,为了连接可靠,除应在其接触部位两侧进行焊接外,并应加焊备板。

8.4.3 连接工艺采用热剂焊时,其熔接接头必须符合下列规定:

- 1 被连接的导体必须完全包在接头里；
- 2 要保证连接部位的金属完全熔化,连接牢固；
- 3 热剂焊接头的表面应平滑；
- 4 热剂焊的接头应无贯穿性的气孔。

## 8.5 厂房避雷针(线、带、网)的接地

8.5.1 避雷针(线、带、网)的接地除应符合上述有关规定外,尚应遵守下列规定:

- 1 避雷针(带)与引下线之间的连接应采用焊接连接；
- 2 避雷针(带)的引下线及接地装置使用的紧固件均应使用镀锌制品；
- 3 采用多根引下线时,应在各引下线距地面 1.5m 处设置断接卡,断接卡应加保护措施；
- 4 独立避雷针及其集中接地装置与道路或建筑物的出入口的距离应大于 3m。当小于 3m 时,应采取均压措施或铺设卵石或沥青地面；
- 5 独立避雷针(线)应设置独立的集中接地装置。当有困难时,该接地装置可与接地网连接,但避雷针与主接地网的地下连接点至 35kV 及以下设备与主接地网的地下连接点,沿接地体的长度不得小于 15m。

8.5.2 建筑物上的避雷针或防雷金属网应和建筑物顶部的其他金属物体连接成一个整体。



## 9 爆炸、火灾危险场所电气安装

### 9.1 一般规定

9.1.1 TRT 车间及煤气管网区域属于爆炸、火灾危险场所,电气施工必须符合本章规定。

9.1.2 设备和材料进场后,除按照本标准第 3.0.5 条的规定外,应做下列验收检查:

- 1 其型号、规格和防爆等级,应符合设计要求;
- 2 防爆电气设备的铭牌中,必须标有国家检验单位颁发的“防爆合格证号”。

9.1.3 防爆区域照明、检修电源等设备均应防爆。

9.1.4 爆炸性气体环境、火灾危险环境的划分,应符合现行国家标准的有关规定。

9.1.5 工程验收应进行下列检查:

- 1 防爆电气设备的外壳应无裂纹、损伤;油漆应完好。接线盒盖应紧固且固定螺栓及防松装置应齐全;
- 2 电气设备备用的进线孔,应密封良好。

### 9.2 防爆电气设备的安装

9.2.1 防爆电气设备宜安装在金属制作的支架上,支架应牢固,在震动场所安装电气设备的固定螺栓应有防松装置。

9.2.2 防爆电气设备接线盒内部接线紧固后,裸露带电部分之间及与金属外壳之间的电气间隙和爬电距离,应满足相关规定的要求。

9.2.3 防爆电气设备的进线口与电缆、导线引入连接后应保持电缆引入装置的完整性和弹性密封圈的密封性。

### 9.3 防爆区域电缆敷设接线

9.3.1 电气线路的敷设方式、路径,应符合设计规定。设计无明



确规定时,应符合下列规定:

1 电气线路,应在爆炸危险性较小的环境或远离煤气区域的地方敷设;

2 在煤气区域,电气线路应在较高处敷设。

**9.3.2** 电气线路敷设应避免可能受到机械损伤、振动及高温区域;不能避开时,应采取预防措施。

**9.3.3** 爆炸危险区域内采用的低压电缆和绝缘导线,其额定电压必须高于线路的工作电压,且不得低于 500V,绝缘导线必须穿钢管敷设。

**9.3.4** 在爆炸危险区域内所有电缆不应有中间接头,接线端子处应有防爆设施。

**9.3.5** 钢管与钢管、钢管与电气设备、钢管与钢管附件之间的连接,应采用螺纹连接,不得使用套管焊接。

## 10 发电机安装

### 10.1 开箱验收

10.1.1 发电机的出厂技术文件应齐全。外形尺寸应符合设计要求,技术指标应符合设计技术要求。

10.1.2 开箱检查清点,附件应齐全。

10.1.3 外观检查应符合下列规定:

- 1 发电机定子、转子铁芯及轴颈等的表面保护层完整,无损伤和锈蚀现象;
- 2 发电机转子及定子外露的电气绝缘部分必须完好;
- 3 转子轴颈及轴承座应与轴瓦的型号、尺寸相符;
- 4 发电机转子联轴器的端面止口和螺孔、螺栓等有关尺寸,应与汽轮机转子联轴器相吻合。

### 10.2 基础交接复查

10.2.1 基础交接复查应符合下列规定:

- 1 设备基础应有确认已具备安装条件的资料;应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范的有关规定;
- 2 地脚螺栓孔、沟道、孔洞及电缆管的位置、尺寸和标高,应符合设计要求,预埋件牢固;
- 3 现场模板、地脚螺栓孔内、沟道、孔洞内的杂物清理完毕;
- 4 基础纵向中心线与发电机底座的横向中心线垂直度偏差应小于 2mm。

### 10.3 垫铁组的安装

10.3.1 垫铁组的安装布置应符合随机技术文件的规定,无规定

时垫铁组的数量及布置,在能放稳和不影响灌浆的条件下应符合下列规定:

- 1 负荷集中的地方;
- 2 底板地脚螺栓的两侧;
- 3 底座有接缝处的两侧;
- 4 底板的四角处;
- 5 底板加强筋部位应适当增设垫铁。

10.3.2 垫铁组的选型及安装应符合随机技术文件的规定,无规定时应符合下列规定:

1 每叠垫铁一般不超过 3 块,特殊情况下允许达 5 块,其中只允许有一对斜垫铁(按 2 块计算);

2 斜垫铁的薄边厚度一般不小于 10mm,斜度为 1/10~1/25;两块斜垫铁错开的面积不应超过该垫铁面积的 25%;

3 平垫铁的厚度不宜小于 2mm;

4 底板找正调平后,底板与垫铁及各层垫铁之间应接触密实,0.05mm 塞尺一般应塞不进,局部塞入部分不得大于边长的 1/4,其塞入深度不得超过侧边长的 1/4。垫铁端面应露出底板底面外缘,平垫铁宜露出 10~30mm。斜垫铁宜露出 10~50mm。垫铁组伸入底板底面的长度应超过地脚螺栓中心;

5 在垫铁安装完毕,二次灌浆前,应在各组垫铁侧面点焊牢固,并应按实际情况作出垫铁布置记录图。

10.3.3 垫铁组的计算与制作应符合随机技术文件的规定,无规定时应符合下列要求:

1 每一组垫铁的面积,应符合下式的规定:

$$A \geq C(Q_1 + Q_2)100/nR$$

式中  $A$  — 垫板总承载力面积( $\text{mm}^2$ );

$C$  — 安全系数:宜取 1.5~3.0;

$Q_1$  — 设备等加在垫铁组上的荷载(N);

$Q_2$  — 电机地脚螺栓拧紧时在垫铁组上产生的荷载(N);

$R$  — 设备基础混凝土的抗压强度(MPa)可取设计抗压

强度；

$n$  —垫铁组的组数。

2 地脚螺栓拧紧时在垫铁组上产生的荷载( $N$ )可按下式计算：

$$Q_2 = 0.785d^2[\sigma]n_1;$$

式中  $d$  — 地脚螺栓直径(mm)；

$n_1$  — 垫铁组的组数；

$[\sigma]$  — 地脚螺栓材料的许应力(MPa)。

## 10.4 发电机安装

10.4.1 底板安装应符合下列规定：

1 基础、底板、地脚螺杆和垫块经清洗、检查合格后，方可进行安装；

2 底板按纵、横基准线及要求的标高进行调整，调整到符合要求的标高和位置后，将地脚螺栓杆拧紧，拧紧时应注意螺杆受力均匀。检查合格后，可进行基础地脚螺杆浇灌。定子底板的顶面标高应与汽轮机底板相适应，允许偏差为  $0 \sim -5\text{mm}$ 。

10.4.2 轴承座及轴承安装：

1 轴承座安装前应检查并符合下列规定：

1) 轴承座的油室及油路应清洁、畅通、无任何杂物；

2) 轴承座油室应作渗漏试验，灌油前轴承座内外必须清理干净，灌油高度应不低于回油管的上口外壁，灌油经 24h 应无渗漏。

2 轴承座的安装应符合下列规定：

1) 轴承座的安装应使其中分面的标高符合设计要求，偏差应不大于  $0.5 \sim 1\text{mm}$ ；

2) 轴承座的横向水平偏差一般不应超过  $0.20\text{mm/m}$ ；纵向水平以转子根据洼窝找好中心后的轴颈扬度为准；

3) 轴承座横向水平的测量位置，应在前后轴封洼窝或轴瓦洼窝处，用精密度不低于  $0.02\text{mm/m}$  的水平仪测量，必要时用



平尺和垫尺配合测量；

4) 轴承座与底板之间应垫有总厚度不小于 5mm 的整张钢质调整垫片,垫片应平整,无毛刺和卷边,安装后各接触面应密实。

3 落地式轴承座,除装设钢质调整垫片外,还应有绝缘垫板,其配制和安装应符合下列规定:

1) 绝缘垫板应使用整张的,厚度一般为 3mm;

2) 为防止尘土和油垢破坏绝缘,每层绝缘板应较轴承座或上一层垫板的边缘突出一些,螺栓孔应稍大于轴承座上相应的螺栓孔尺寸,螺孔边缘应平整无毛刺;

3) 油管全部连接好后,轴承座对地绝缘电阻值用 1000V 绝缘电阻表测量,其绝缘电阻应符合要求,一般应  $\geq 0.5\text{M}\Omega$ 。

4 支持轴承的轴瓦钨金,在转子放入后,其与轴颈沿下瓦全长的接触面应达 75% 以上并均匀分布无偏斜,对于个别硬接触点可进行不影响型线的局部修刮,对于接触不良或轴瓦间隙不符合图纸规定需大量修刮者,应通知制造厂研究处理。修刮后与轴颈的接触角,对椭圆及圆筒瓦一般为  $30^\circ \sim 45^\circ$ 。

5 下轴瓦顶轴油孔的油囊尺寸应符合图纸要求,一般深度为 0.20~0.40mm,油囊面积应为轴颈投影面积的 1.5%~2.5% (较大的数值用于较大的轴径),油囊四周与轴颈应接触严密。顶轴油管管头必须牢固的埋在钨金下,并确保清洁畅通。

6 转子轴颈两端有凸缘时,凸缘应与轴瓦端面保持足够的轴向间隙,以保证运行时转子能顺利膨胀。

7 油挡板安装应符合下列规定:

1) 油挡板中分面的对口应严密,最大间隙不得超过 0.10mm,不允许有错口现象;

2) 油挡边缘一般厚度为 0.10~0.20mm,必要时应修薄,斜口应修在外侧,油挡排油孔应排向油室,不得装反;

3) 油挡间隙用塞尺检查,应符合表 10.4.2 的规定。

表 10.4.2 轴承油挡间隙(mm)

油 挡 部 位		间 隙
轴瓦的和轴承座上的油挡	上部	0.20~0.25
	两侧	0.10~0.20
	下部	0.05~0.10

10.4.3 发电机定子、转子组装

- 1 定子起吊前,对基础的风道应按设计要求进行处理完毕,彻底清理干净。金属风道应在定子就位前吊入基础框架内;
- 2 起吊时定子受力点位置应符合产品技术文件规定。定子上专用吊环的螺扣应全部拧紧。并应保持水平、超负荷起吊时应对起重设备进行监视;
- 3 定子与底板之间的垫片,在联系螺栓处应开豁口,以利于装取、调整。定子与底板间的各叠钢质调整垫片的厚度应一致,最终调好后应做出详细记录;
- 4 发电机转子表面及轴颈的保护层应完整,无损伤和无锈蚀现象。铁芯硅钢片应无锈蚀、松动、损伤或金属性短接。通风孔及风道应清洁,无杂物阻塞。线圈的绝缘表面应完整,无伤痕和起泡现象;
- 5 转子上的紧固件应紧牢,平衡块不得增减或变位,平衡螺丝应锁牢。检查结果应符合制造厂的规定;
- 6 转子起吊时,护环、轴颈、滑环、集电环、转子的槽楔、引出线等处,皆不得作为起吊和支撑的施力点。轴颈应包扎保护,吊绳不得与集电环、转子的槽楔等碰触。吊绳与转子的绑扎部位应采用能起保护作用的垫块垫好。穿转子时,不得碰伤定子线圈和铁芯;
- 7 当后轴承座挂在转子上一起就位时,轴颈和上轴瓦间应垫软质垫料,使之有一定的紧力,防止轴承座窜动;
- 8 穿转子前应认真检查并确认前轴承注窝,转子联轴器所要通过的全部注窝内径均应大于联轴器外径,以保证能顺利通过就位;

9 埋入式测温元件的引出线和端子板应清洁,绝缘,其蔽接地应良好;

10 发电机应坐落底板上,其轴线与汽轮机主轴轴线的水平度,通过可调垫铁的调整来达到要求;

11 发电机与汽轮机的轴向间距距离,应保证将发电机转子推入缩进的极限位置时,汽轮机主轴法兰面端面间距离尺寸,能保证中间轴的安装。

10.4.4 发电机精确定位

1 发电机中心找正,应在汽轮机安装完成后进行(汽轮机定子上半部及轴承箱盖安装好);

2 找正公差,应符合设备厂家的技术要求;

3 设备厂家没有技术要求的汽轮机—发电机联轴器中心偏差应符合表 10.4.4 的规定:

表 10.4.4 汽轮机—发电机联轴器中心允许偏差(mm)

检 验 指 标	质 量 标 准	检 验 方 法 及 器 具
联轴器相对位置	符合厂家标记,如无标记 应尽量使瓢偏相互抵消	千分表,塞尺,块规测量
中心实测高差值 <sup>①</sup> 与规定预留值偏差	≤0.02	
中心左右偏差	≤0.02	
下张口实测值与 规定预留值偏差	≤0.02	
左右张口偏差	≤0.02	
① 中心高差及下张口规定预留值数据,根据厂家要求确定。		

4 电机的磁场中心应符合设备制造厂要求;

5 发电机定子与转子安装后的空气间隙应均匀一致,应符合设备制造厂要求。其实测值与同一断面气隙的平均值之差一般应在气隙平均值 10%之内,最大不宜超过 1mm。空气间隙测定的位置应在发电机两端选择同一断面的上、下、左、右固定的四



点进行;

#### 6 集电环、电刷的检查与调整:

1) 集电环应与轴同心,不同心度应符合产品技术要求的  
规定;无规定时,不同心度不宜大于 0.05mm。集电环表面应光  
滑,无损伤及油垢;

2) 刷握与集电环表面间隙应符合产品技术要求;产品无  
规定时,其间隙可调整为 2~3mm;

3) 接至刷架的电缆,不应使刷架受力,其金属护层不应触  
及带有绝缘垫的轴承;

4) 电刷架及其横杆应固定,绝缘衬管和绝缘垫应无损伤、  
污垢,并应测量其绝缘电阻。

### 10.5 试车准备

10.5.1 发电机组经安装完毕后,方可试车。试车前应进行各项  
安装工艺的质量标准检查,并汇总成表,向有关部门申请试车。

10.5.2 试车前应做如下检查:

1 试车前应有相关部门批准的试车方案;

2 试车前应详细地清除电机外部的灰尘和污物,检查电机  
内部有无杂物落入,换向器和集电环表面是否清洁,并用压缩空  
气把换向器表面及电机内部吹净(注意压缩空气中不应带有水  
分),压力不超过 200~300kPa。观察电刷是否都已放入刷盒,弹  
簧是否都压在电刷的压板上;

3 检查外部连接线和电机各引出线间的距离,接线的正确  
性和螺丝的固定情况以及绝缘情况;

4 复合润滑的轴承,应开动油泵,检查油路是否畅通,进出  
油是否正常和有无漏油等情况。检查轴承油室中润滑油油面高  
度是否在标高线上;

5 管道强迫通风的电机,应打开风机,检查风路。装有空  
气过滤器时,应检查过滤器上有无灰尘阻塞通风孔道。对封闭循  
环的通风电机,装有水冷的空气冷却器时,需检查冷却器的水路



系统,并注意进水温度不得超过  $33^{\circ}\text{C}$ ,已冷却气体的温度与进水温度间的温差不得超过  $7^{\circ}\text{C}$ (以保证进风温度不超过  $40^{\circ}\text{C}$ )。并需检查冷却器有无灰尘及阻塞现象。应检查附加装置使用的正确性;

6 确定试车统一信号。设置试车区域,做好安全围栏及防护。

## 11 主要设备的检验与试验

### 11.1 电力变压器

#### 11.1.1 试验项目

- 1 一般性检查；
- 2 测量各分接头所有位置的直流电阻；
- 3 测量各分接头的变压比；
- 4 检查变压器的接线组别和极性；
- 5 测量变压器的绝缘电阻；
- 6 测量变压器的瓦斯继电器、温度继电器、压力释放阀；
- 7 变压器的交流耐压试验；
- 8 变压器油的耐压试验；
- 9 额定电压下的冲击合闸试验；
- 10 检查相位。

#### 11.1.2 检验标准

- 1 一般性检查,应该符合下列规定:
  - 1) 检查变压器器身和套管应无渗漏现象、并清洁干净；
  - 2) 变压器外壳接地应符合国标要求；
  - 3) 瓦斯继电器、温度继电器按规定进行校验后的安装要符合要求,应无渗油现象；
  - 4) 油枕的油位指示器应有明显的监视线,油位达到规定线上；
  - 5) 检查呼吸器是否畅通及装好合格的干燥剂,冷却装置应安装好。
- 2 测量各分接头所有位置的直流电阻,应该符合下列规定:
  - 1) 1600kVA 及以下三相变压器,各相测得值的误差值应

小于平均值的 4%，线间测得的相互差值应小于平均值的 2%。  
1600kVA 以上的三相变压器各相相误差值应小于平均值的 2%，  
线间测得值的相互差值应小于平均值的 1%；

2) 变压器的直流电阻,测量值与出厂值比较,换算至同一温度下超过 2%时应查明原因。

3 测量各分接头的变压比,应该符合下列规定:

1) 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;

2) 变压器电压比允许偏差不超过 $\pm 1\%$ ;

3) 检查变压器的接线组别和极性:检查变压器的三相接线组别和单相变压器引出线的极性,必须与设计要求及铭牌上的标记和外壳上的符号相符。

4 测量变压器的绝缘电阻,应该符合下列规定:

1) 绝缘电阻值不低于产品出厂试验值的 70%;

2) 当测量温度与产品出厂试验时的温度不符合时,应换算到相同温度下的数值进行比对,并且不应低于出厂实验值的 70%。

5 测量变压器的瓦斯继电器、温度继电器、压力释放阀,应符合下列规定:

1) 检查瓦斯继电器、温度继电器、压力释放阀二次引出线路接线应正确;

2) 瓦斯继电器的轻瓦斯和重瓦斯保护必须动作灵敏可靠;

3) 温度继电器在对应的温度下应该可靠灵敏发出动作信号;

4) 压力释放阀的微动开关接点动作情况应该良好。

6 变压器的交流耐压试验,应符合下列规定:

1) 按照国标规定耐压值对变压器的一次及二次进行交流耐压试验,其过程应无放电及异常声响现象;

2) 耐压后绝缘电阻应不低于耐压前绝缘电阻。

7 变压器油的耐压试验应采用平板电极测定值,其试验耐压值为:500kV: $\geq 60$ kV,330kV: $\geq 50$ kV,60~220kV: $\geq 40$ kV,35kV 及以下电压等级: $\geq 35$ kV。

8 在额定电压下对变压器的冲击合闸试验,应进行 5 次,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象;冲击合闸宜在变压器高压侧进行;对中性点接地的电力系统,试验时变压器中性点必须接地;发电机变压器组中间连接无操作断开点的变压器,可不进行冲击合闸试验。无电流差动保护的干式变可冲击 3 次。

9 检查相位,应符合下列规定:检查变压器的相位必须与电网相位一致。

## 11.2 发 电 机

### 11.2.1 试验项目:

- 1 一般性检查;
- 2 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比或极化指数;
- 3 测量定子绕组的直流电阻;
- 4 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量;
- 5 定子绕组交流耐压试验;
- 6 测量转子绕组的绝缘电阻;
- 7 测量转子绕组的直流电阻;
- 8 转子绕组交流耐压试验;
- 9 测量发电机或励磁机的励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻,不包括发电机转子和励磁机电枢;
- 10 发电机或励磁机的励磁回路连同所连接设备的交流耐压试验,不包括发电机转子和励磁机电枢;
- 11 测量发电机、励磁机的绝缘轴承和转子进水支座的绝缘电阻;
- 12 测量灭磁电阻器、自同步电阻器的直流电阻。

### 11.2.2 检验标准

- 1 一般性检查,应该符合下列规定:



- 1) 机座或电机的外壳应妥善接地;
- 2) 各端子的接触应良好紧固,引出线应有良好的绝缘;

3) 观察电机内部有无杂物,盘车检查电机内部应无碰撞或摩擦等不正常现象。

2 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比或极化指数,应符合下列规定:

- 1) 各相绝缘电阻的不平衡系数不应大于 2;
- 2) 吸收比:对沥青浸胶及烘卷云母绝缘不应小于 1.3;对环氧粉云母绝缘不应小于 1.6;对于容量 200MW 及以上机组应测量极化指数,极化指数不应小于 2.0。

3 测量定子绕组的直流电阻,应符合下列规定:

- 1) 直流电阻应在冷状态下测量,测量时绕组表面温度与周围空气温度之差应在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的范围内;
- 2) 各相或各分支绕组的直流电阻,在校正了由于引线长度不同而引起的误差后,相互间差别不应超过其最小值的 2%;与产品出厂时测得的数值换算至同温度下的数值比较,其相对变化也不应大于 2%。

4 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量,应符合下列规定:

- 1) 试验电压为电机额定电压的 3 倍;
- 2) 试验电压按每级 0.5 倍额定电压分阶段升高,每阶段停留 1min,并记录泄漏电流。在规定的试验电压下,泄漏电流应符合下列规定:各相泄漏电流的差别不应大于最小值的 100%,当最大泄漏电流在  $20\mu\text{A}$  以下,根据绝缘电阻值和交流耐压试验结果综合判断为良好时,各相间差值可不考虑;泄漏电流不应随时间延长而增大;泄漏电流随电压不成比例地显著增长时,应及时分析。

5 定子绕组交流耐压试验所采用的电压,应符合表 11.2.2 的规定。

表 11.2.2 定子绕组交流耐压试验电压

容量/kW	额定电压/V	试验电压/V
10000 以下	36 以上	$(1000+2U_n) \times 0.8$
10000 及以上	24000 以下	$(1000+2U_n) \times 0.8$
10000 及以上	24000 及以上	与厂家协商

注:  $U_n$  为发电机额定电压。

6 测量转子绕组的绝缘电阻,应符合下列规定:

- 1) 转子绕组的绝缘电阻值不宜低于  $0.5M\Omega$ ;
- 2) 水内冷转子绕组使用  $500V$  及以下兆欧表或其他仪器测量,绝缘电阻值不应低于  $5000\Omega$ ;
- 3) 当发电机定子绕组绝缘电阻已符合起动要求,而转子绕组的绝缘电阻值不低于  $2000\Omega$  时,可允许投入运行;
- 4) 在电机额定转速时超速试验前、后测量转子绕组的绝缘电阻;
- 5) 测量绝缘电阻时采用兆欧表的电压等级:当转子绕组额定电压为  $200V$  以上,采用  $2500V$  兆欧表; $200V$  及以下,采用  $1000V$  兆欧表。

7 测量转子绕组的直流电阻,应符合下列规定:

- 1) 应在冷状态下进行,测量时绕组表面温度与周围空气温度之差应在  $\pm 3^{\circ}C$  的范围内。测量数值与产品出厂数值换算至同温度下的数值比较,其差值不应超过  $2\%$ ;
- 2) 显极式转子绕组,应对各磁极绕组进行测量;当误差超过规定时,还应对各磁极绕组间的连接点电阻进行测量。

8 转子绕组交流耐压试验,应符合下列规定:

- 1) 整体到货的显极式转子,试验电压应为额定电压的  $7.5$  倍,且不应低于  $1200V$ ;
- 2) 现场组装的显极式转子,其单个磁极耐压试验应按制造厂规定进行。组装后的交流耐压试验,应符合下列规定:额定励磁电压为  $500V$  及以下电压等级,为额定励磁电压  $10$  倍,并不

应低于 1500V;额定励磁电压为 500V 以上,为额定励磁电压的 2 倍加 4000V;隐极式转子绕组可以不进行交流耐压试验,可采用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻来代替。

9 测量发电机和励磁机的励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻值,不应低于 0.5MΩ。回路中有电子元器件设备的,试验时应将插件拔出或将其两端短接。

10 发电机和励磁机的励磁回路连同所连接设备的交流耐压试验,其试验电压应为 1000V,或用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻方式代替。回路中有电子元器件设备的,试验时应将插件拔出或将其两端短接。

11 测量发电机、励磁机的绝缘轴承和转子进水支座的绝缘电阻,应符合下列规定:

- 1) 应在装好油管后,采用 1000V 兆欧表测量,绝缘电阻值不应低于 0.5MΩ;
- 2) 对氢冷发电机应测量内、外挡油盖的绝缘电阻,其值应符合制造厂的规定。

12 测量灭磁电阻器、自同步电阻器的直流电阻,应与铭牌数值比较,其差值不应超过 10%。

### 11.3 电压互感器

#### 11.3.1 试验项目

- 1 一般性检查;
- 2 测量绕组的绝缘电阻;
- 3 测量绕组的直流电阻;
- 4 检查接线组别和极性、电压比;
- 5 测量电磁式电压互感器的励磁特性;
- 6 测量铁心夹紧螺栓的绝缘电阻;
- 7 交流耐压试验。

#### 11.3.2 检验标准

- 1 一般性检查,应该符合下列规定:



- 1) 外观检查互感器表面不应有明显的损伤;
- 2) 接线要牢固可靠,表面要清洁干净,无渗漏现象,油位应符合油标规定的限度;

- 3) 电压互感器的 A、B、C 端子,应严格与电源的黄、绿、红相对应。

- 2 测量绕组的绝缘电阻,应该符合下列规定:

- 1) 应该使用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻;

- 2) 测量一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻;绝缘电阻不宜低于 1000M $\Omega$ 。

- 3 一次绕组直流电阻测量值,与换算到同一温度下的出厂值比较,相差不宜大于 10%。二次绕组直流电阻测量值,与换算到同一温度下的出厂值比较,相差不宜大于 15%。

- 4 检查接线组别和极性和电压比,检查互感器的接线组别和极性,必须符合设计要求,并应与铭牌和标志相符。

- 5 测量电磁式电压互感器的励磁特性,应该符合下列规定:

- 1) 一般情况下,励磁曲线测量点为额定电压的 20%、50%、80%、100%和 120%;

- 2) 对于额定电压测量点(100%),励磁电流不宜大于其出厂试验报告和型式试验报告的测量值的 30%,同批同型号、同规格电压互感器此点的励磁电流不宜相差 30%。

- 6 测量铁心夹紧螺栓的绝缘电阻,应该符合下列规定:

- 1) 在做器身检查时,应对外露的或可接触到的铁心夹紧螺栓进行测量;

- 2) 采用 2500V 兆欧表测量,试验时间为 1min,应无闪络及击穿现象;

- 3) 穿芯螺栓一端与铁心连接者,测量时应将连接片断开,不能断开的可不进行测量。

- 7 交流耐压试验,应该符合下列规定:

- 1) 应按出厂试验电压的 80%进行;



- 2) 耐压后测量绝缘电阻值,应不小于试验前绝缘电阻值;
- 3) 单相电压互感器高压侧线圈的一端为直接接地者,不能进行交流工频耐压,只能采用工频感应耐压,最高升压限制在额定电压的 1.3 倍,维持 1min,无异常现象;
- 4) 二次绕组之间及其对外壳的工频耐压试验电压标准应为 2kV。

## 11.4 电流互感器

### 11.4.1 试验项目

- 1 一般性检查;
- 2 测量绕组的绝缘电阻;
- 3 检查接线组别和极性、电流比;
- 4 测量电流互感器的励磁特性曲线;
- 5 交流耐压试验。

### 11.4.2 检验标准

- 1 一般性检查,应该符合下列规定:
  - 1) 外观检查互感器表面不应有明显的损伤;
  - 2) 接线要牢固可靠,表面要清洁干净。
- 2 测量绕组的绝缘电阻,应该符合下列规定:
  - 1) 绝缘电阻测量应使用 2500V 兆欧表;
  - 2) 测量一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻;绝缘电阻不宜低于 1000M $\Omega$ 。
- 3 检查接线组别和极性、电流比,应该符合下列规定:
  - 1) 检查互感器的接线组别和极性,必须符合设计要求,并应与铭牌和标志相符;
  - 2) 电流互感器最大试验电流尽可能达到 1~1.2 倍的额定电流,对于一次电流在 1000A 以上的电流互感器,无适当设备,应至少达到额定电流的 30%以上;
  - 3) 有两个二次线圈的电流互感器,可同时用两个电流表接入测量,否则应短接另一个线圈。对于有分接头的套管型电流

互感器则只能接入一个电流表,其余抽头开路。

4 测量电流互感器的励磁特性曲线,同型式电流互感器励磁特性相互比较应无明显差别。

5 交流耐压试验,应该符合下列规定:

- 1) 应按出厂试验电压的 80%进行;
- 2) 耐压后测量绝缘电阻值,应不小于试验前绝缘电阻值;
- 3) 二次绕组之间及其对外壳的工频耐压试验电压标准应为 2kV。

## 11.5 断 路 器

### 11.5.1 试验项目

- 1 一般性检查;
- 2 绝缘电阻测定;
- 3 每相导电回路的接触电阻;
- 4 断路器分、合闸时间、同期性、弹跳、顺序;
- 5 测量分、合闸线圈的绝缘电阻和直流电阻;
- 6 交流工频耐压试验及真空度试验;
- 7 断路器操动机构的试验。

### 11.5.2 检验标准

- 1 一般性检查,应该符合下列规定:
  - 1) 收集断路器出厂试验报告。检查断路器铭牌数据是否与施工图纸数据一致;
  - 2) 检查断路器柜内部接线正确、牢固;
  - 3) 检查断路器操作电源必须与断路器铭牌数值及设计值一致;
  - 4) 检查断路器开关小车在各个位置应正确、可靠动作;
  - 5) 检查断路器各种指示正确。
- 2 绝缘电阻测定(试验前、后),应该符合下列规定:
  - 1) 断路器对地绝缘电阻在常温下应不低于表 11.5.2 的规定;

表 11.5.2 有机物绝缘拉杆的绝缘电阻标准

额定电压/kV	3~15	20~35	63~220	330~500
绝缘电阻值/MΩ	1200	3000	6000	10000
注:引自 GB 50150—2006《电气设备交接试验标准》表 10.0.2。				

2) 整体绝缘电阻值测量,应参照制造厂规定。

3 测量每相导电回路的电阻,采用电流不小于 100A 的直流压降法。测试结果应符合产品技术条件的规定。

4 断路器分、合闸时间、同期性、弹跳、顺序,应在断路器额定操作电压及液压条件下进行,合闸过程中触头接触后的弹跳时间,40.5kV 以下断路器不应大于 2ms;40.5kV 及以上断路器不应大于 3ms。

5 测量分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻和直流电阻;测量分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻值,不应低于 10MΩ;直流电阻值与产品出厂试验值相比应无明显差别。

6 交流工频耐压试验及真空度试验,断路器的交流工频耐压标准应该根据国标进行试验,分别在断路器分闸和合闸状态下进行,在耐压过程中应无贯穿性放电现象,且工频耐压结束后,其绝缘值不应低于耐压之前的绝缘值。

7 断路器操动机构的合闸时,对于控制电压为交流电或直流电时,应该在 $(85\% \sim 110\%)U_n$ 内可靠动作(对电磁机构,当断路器关合电流峰值小于 50kA 时,直流操作电压范围为 $(80\% \sim 110\%)U_n$ );脱扣操作时,直流或交流的分闸电磁铁,在其线圈端钮处测得的电压大于额定值的 65%时,应可靠地分闸;当此电压小于额定值的 30%时,不应分闸。

## 11.6 避雷器

### 11.6.1 试验项目

- 1 一般性检查;
- 2 测量金属氧化物避雷器及基座绝缘电阻;



3 直流  $1\text{mA}$  时电压 ( $U_{1\text{mA}}$ ) 及  $0.75U_{1\text{mA}}$  下的泄漏电流测量;

4 检查放电计数器的动作;

5 工频放电电压试验;

6 运行电压下的交流泄漏电流测量。

### 11.6.2 检验标准

1 一般,对于有间隙避雷器按照试验项目第 1、2、5 进行,对于无间隙避雷器按照试验项目第 1、2、3、4 进行。

2 一般性检查,应该符合下列规定:

1) 避雷器瓷表面不应有破损和裂纹,要清洁干净;

2) 避雷器顶盖及下部引出线的密封混合物,无龟裂或脱落现象;

3) 引出线无松动和断线现象;

4) 左右摇动避雷器应无声响,否则说明其内部零件固定不好,有脱落现象,应予以更换;

5) 避雷器各节的组合及其导线与端子的连接,对避雷器不应产生外加应力。

3 测量金属氧化物避雷器的绝缘电阻不小于  $1000\text{M}\Omega$ ,基座绝缘电阻不低于  $5\text{M}\Omega$ 。

4 直流  $1\text{mA}$  时电压 ( $U_{1\text{mA}}$ ) 及  $0.75U_{1\text{mA}}$  下的泄漏电流测量,应该符合下列规定:

1) 直流  $1\text{mA}$  时电压 ( $U_{1\text{mA}}$ ) 实测值与制造厂规定值比较,变化不应大于  $\pm 5\%$ ;

2)  $0.75$  倍直流参考电压下的泄漏电流值不应大于  $50\mu\text{A}$ 。

5 检查放电计数器的动作应可靠,避雷器监视电流表指示应良好。

6 工频放电电压:

1) 应符合产品技术条件的规定(依据出厂试验报告);

2) 工频放电电压试验时,放电后应快速切除电源,切断电源时间不大于  $0.5\text{s}$ ,过流保护动作电流控制在  $0.2\sim 0.7\text{A}$ 。



7 测量金属氧化物避雷器在避雷器持续运行电压下的持续电流,其阻性电流或总电流值应符合产品技术条件的规定。

## 11.7 综合继电保护试验

### 11.7.1 试验项目

- 1 一般性检查;
- 2 各种保护动作值和时间值的试验;
- 3 与后台机的信号比对试验;
- 4 信号模拟试验。

### 11.7.2 检验标准

- 1 一般性检查,应该符合下列规定:
  - 1) 所采用装置型号应该与设计一致,符合设计要求;
  - 2) 装置接线牢固,能可靠上电,并且面板显示正确无误。
- 2 各种保护动作值和时间值的试验,应该符合下列规定:
  - 1) 在相对应的电流或电压入口,利用继电保护仪表加入设计的电流或电压值,综合保护器应该能在设计规定动作的时间下可靠无误输出相对应的保护动作,其动作电流或电压值不应该超出综合保护器所允许的准确级范围;
  - 2) 考虑到实际应用时,根据断路器的分断触点来反馈动作时间值,继电保护仪所得到的最后动作时间值与综合保护器设计值有一定的误差,所以动作时间应该以综合保护器上所显示的动作输出时间为主,其与设计值的差别,不应该超出其准确级所允许的范围。
- 3 与后台机的信号比对试验,高压系统与后台机通过网线通信,高压系统的各个设备的状态应该准确无误的反馈到后台机上;后台机所输出的动作指令,通过综合保护器应该可以准确无误执行动作。
- 4 信号模拟试验,在综合保护器上模拟各种故障信号,综合保护器应该在设计时间值时正确输出对应的跳闸或报警信号。

## 11.8 母线及绝缘子系统耐压

### 11.8.1 试验项目

- 1 一般性检查；
- 2 绝缘电阻测定(耐压试验前、后)；
- 3 交流工频耐压。

### 11.8.2 检验标准

- 1 一般性检查,应该符合下列规定:
  - 1) 母线室干净整洁,无杂物;
  - 2) 母线及各分支母线桥接部分,所使用螺丝型号匹配,并连接紧固;
  - 3) 主母线相色标志正确,护套扣紧;
  - 4) 主母线各相之间距离及对地距离满足安全规范要求。
- 2 绝缘电阻测定(耐压试验前、后),应该符合下列规定:
  - 1) 分别对三相母线进行相间和对地的绝缘电阻测定,其结果不应小于  $1\text{M}\Omega/\text{kV}$ ;
  - 2) 耐压后的绝缘水平不应该低于耐压前的绝缘值。
- 3 交流工频耐压,应该符合下列规定:母线的交流工频耐压值应符合国标要求,耐压期间无闪络、放电及击穿现象出现。

## 11.9 电力电缆

### 11.9.1 试验项目

- 1 测量绝缘电阻;
- 2 直流耐压试验及泄漏电流测量;
- 3 交流耐压试验;
- 4 测量金属屏蔽层电阻和导体电阻比;
- 5 检查电缆线路的两端相位。

### 11.9.2 检验标准

- 1 测量绝缘电阻,应该符合下列规定:
  - 1) 电缆耐压试验前后,绝缘电阻测量应无明显变化;

2) 橡塑电缆外护套、内衬套的绝缘电阻不低于 0.5MΩ/km。

2 直流耐压试验及泄漏电流测量,应该符合下列规定:

1) 18/30kV 及以下电压等级的橡塑绝缘电缆直流耐压试验电压可按下式计算:

$$U_1 = 4 \times U_0$$

式中  $U_1$ ——电缆耐受电压(V);

$U_0$ ——电缆导体对地或对金属屏蔽层间的额定电压(V)。

2) 泄漏电流三相不平衡系数不大于 2。

3 交流耐压试验,橡塑电缆优先采用 20~300Hz 交流耐压试验,20~300Hz 交流耐压试验电压及时间按照 GB 50150—2006 表 18.0.5-1 规定。

4 测量在相同温度下的金属屏蔽层和导体的直流电阻,做好记录,并与出厂值对比,应无明显差别。

5 检查电缆线路的两端相位应一致,并与电网相位相符合。

## 11.10 二次回路

### 11.10.1 试验项目

- 1 一般性检查;
- 2 测量绝缘电阻;
- 3 交流耐压试验;
- 4 各种联锁联合调试。

### 11.10.2 检验标准

- 1 一般性检查,应该符合下列规定:
  - 1) 各导线与电气元器件间的不同连接方式(螺丝)连接、插接、焊接或压接等,均应牢固可靠;
  - 2) 所有端子螺丝的垫片应齐全,螺丝的拧紧程度适当,应使导线接触良好;



3) 盘、柜内的导线不应有接头;每个端子上的接线不得超过 2 根;对于插接式端子,不同截面的两根导线不得接在同一端子上;对于螺丝连接式端子,当接 2 根导线时,中间应加平垫片;

4) 使用于静态保护、控制等逻辑回路的控制电缆,应采用屏蔽电缆;并检查其屏蔽层是否按设计要求的接地方式接地。

## 2 测量绝缘电阻,应该符合下列规定:

1) 小母线在断开所有其他并联支路时,其绝缘不应小于  $10\text{M}\Omega$ ;

2) 二次回路的每一支路和断路器、隔离开关的操动机构的电源回路等,均不应小于  $1\text{M}\Omega$ ;在比较潮湿的地方,可不小于  $0.5\text{M}\Omega$ ;

3) 48V 及以下的非电子线路,可使用不超过 500V 的兆欧表测量;

4) 24V 以下的电子元件及印刷电路,一般用万用表测量,此时对不能承受万用表电压的器件(如场效应管等)应予短路;

5) 不能承受兆欧表等电压的器件(如电子插件等),事先应予拔出并将整流元件的阳、阴极与控制极短接在一起;

6) 500V 以下和直流 60V 以上的回路,可采用 500V 兆欧表测量。

## 3 交流耐压试验,应该符合下列规定:

1) 试验电压为 1kV,当回路绝缘电阻在  $10\text{M}\Omega$  以上时,可采用 2500V 兆欧表代替,试验持续时间为 1min;

2) 48V 及以下回路可不做交流耐压试验;

3) 回路中有电子元器件设备的,实验时应将插件拔出或将其两端短接。

4 各种联锁联合调试,在空载状态下,对各种重要的信号进行联合调试,允许起机信号、跳闸信号等需要逐个测试,满足设计动作要求。



## 11.11 1kV 及以下配电装置和馈电线路

### 11.11.1 试验项目

- 1 测量绝缘电阻；
- 2 动力配电装置的交流耐压试验；
- 3 检查配电装置内不同电源的馈线间或馈线两侧的相位。

### 11.11.2 检验标准

- 1 测量绝缘电阻,应符合下列规定:
  - 1) 配电装置及馈电线路的绝缘电阻值不应小于  $0.5\text{M}\Omega$ ;
  - 2) 测量馈电线路绝缘电阻时,应将断路器(或熔断器)、用电设备、电器和仪表等断开。
- 2 动力配电装置的交流耐压试验,应符合下列规定:
  - 1) 试验电压为  $1000\text{V}$ 。回路绝缘电阻值在  $10\text{M}\Omega$  以上时,可采用  $2500\text{V}$  兆欧表代替,试验持续时间为  $1\text{min}$ ,或符合产品技术规定;
  - 2) 交流耐压试验为各相对地, $48\text{V}$  及以下电压等级配电装置不做耐压试验。
- 3 检查配电装置内不同电源的馈线间或馈线两侧的相位应一致。

## 11.12 电抗器

### 11.12.1 试验项目

- 1 测量绕组连同套管的直流电阻;
- 2 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数;
- 3 绕组连同套管的交流耐压试验;
- 4 测量与铁心绝缘的各紧固件的绝缘电阻;
- 5 额定电压下冲击合闸试验。

### 11.12.2 检验标准

- 1 测量绕组连同套管的直流电阻,应符合下列规定:

- 1) 测量应在各分接头的所有位置上进行;
- 2) 实测值与出厂值的变化规律应一致;
- 3) 三相电抗器绕组直流电阻值相互间差值不应大于三相平均值的 2%;
- 4) 电抗器的直流电阻,应换算至与同温下产品出厂值比较相应变化不应大于 2%。

2 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数,应符合以下规定:

- 1) 绝缘电阻值不低于产品出厂试验值的 70%;
- 2) 当测量温度与产品出厂试验时的温度不符合时,可换算到同一温度时的数值进行比较。

3 绕组连同套管的交流耐压试验,应符合下列规定:

- 1) 额定电压在 110kV 以下的干式或油浸式电抗器均应进行交流耐压试验,按《GB 50150—2006》表 7.0.13-1 规定的耐压值对电抗器进行交流耐压试验,其过程应无放电、闪络及异常声响现象;

- 2) 对分级绝缘的耐压试验电压标准,应按接地端或其末端绝缘的电压等级来进行。

4 测量与铁心绝缘的各紧固件的绝缘电阻,铁心必须为一点接地,所有安装工作结束后应进行铁心和夹件(有外引接地线的)的绝缘电阻测量;采用 2500V 兆欧表测量,持续时间为 1min,应无闪络及击穿现象。

5 在额定电压下,对变电所及线路的并联电抗器连同线路的冲击合闸试验,应进行 5 次,每次间隔时间为 5min,应无异常现象。

## 11.13 零序互感器

### 11.13.1 试验项目

- 1 一般性检查;
- 2 变比试验;

3 组别和极性测试;

4 绝缘测试。

### 11.13.2 检验标准

1 零序互感器表面应该无任何划损,清洁干净,对于分半式零序互感器两半对接结实紧固,且引出线标志清晰,接线牢固;

2 零序互感器的变比应与出厂铭牌一致;

3 检查互感器的接线组别和极性,必须符合设计要求,并应与铭牌和标志相符;

4 绝缘电阻测量应使用 2500V 兆欧表,其值不小于 1000M $\Omega$ 。

## 11.14 同期屏

### 11.14.1 试验项目

1 各种开关及其节点检查;

2 电压表及频率表的调试;

3 同期表的调试;

4 同步继电器的调试;

5 中间继电器的调试;

6 自动准同期装置测试。

### 11.14.2 检验标准

1 检查各开关节点的动作情况和同期回路必须与设计一致,检查同期点的选择和同期通道必须正确与设计一致。

2 检查电压表和频率表计的准确性,其计算测量误差应在表测量误差等级以内为合格,频率表误差等级为 0.1,电压表误差等级为 0.5。

3 在同期表端子上施加不同电压并改变其频率,同期表的动作应该正确,符合下列要求:

1) 当待并侧电压大于系统侧电压时压差指针向上偏移,反之向下偏移,差值越大偏离中心角度越大,两侧电压相等时压差指针应水平指向中心点;

2) 当待并侧频率大于系统侧频率时压差指针向上偏移反之向下偏移,差值越大偏离中心角度越大,两侧频率相等时压差指针应水平指向中心点;

3) 当待并侧电压的相位超前系统侧时,相位指针顺时针旋转,反之则逆时针旋转,相位差值越大,其旋转速度越快,两侧相位相等时相位指针应竖直指向中心点。

4 检查同步继电器的动作值应在整定值附近,当压差和相位差大于整定值时其应可靠动作,保证能够正确闭锁非同期合闸。

5 各种中间继电器应能按照设计要求闭合、断开。

6 自动准同期装置应能够根据同期点、电压、频率、相位等的不同,准确可靠发出各种报警、指示、动作命令。



## 12 并 网

### 12.1 并网的试验项目

- 12.1.1 发电机的短路试验。
- 12.1.2 发电机的空载试验。
- 12.1.3 并网。
- 12.1.4 并网后,检查发电机有功功率的调节功能。
- 12.1.5 并网后,检查发电机无功功率的调节功能。
- 12.1.6 发电机并网后带负荷考核的规定。

### 12.2 发电机的短路试验

- 12.2.1 录制短路特性数值与出厂值比较,应在测量误差范围之内,符合产品技术要求。
- 12.2.2 检查三相电流的对称度应满足产品的技术要求及设计要求。
- 12.2.3 试验过程中,超过额定电流(不大于 1.1 倍的额定电流)的持续时间每次不得超过 15s,每次试验的间隔时间不得小于 5min。

### 12.3 发电机的空载试验

- 12.3.1 测量值与产品出厂试验值比较,应在测量误差范围之内。
- 12.3.2 额定转速下试验电压最高值为额定电压 1.3 倍。
- 12.3.3 匝间绝缘耐压时,在 1.3 倍额定电压下持续 5min。
- 12.3.4 检查三相电压的对称度应满足产品的技术要求及设计要求。
- 12.3.5 在发电机空载额定电压下,测量发电机定子开路时的灭

磁时间常数,应符合产品技术要求。

12.3.6 测量定子残压。应符合产品技术要求。

12.3.7 发电机空载考核 2h,考核结果应符合产品的技术要求。

## 12.4 并 网

12.4.1 并网应符合下列要求:

1 电压要求:待并发电机电压幅值与电网电压幅值接近,电压差不应大于额定值的 5%~10%;

2 频率要求:待并发电机电压频率与电网频率基本相等,频率差不超过额定值的 0.2%~0.5%(即 0.1Hz~0.25Hz);

3 相序、相位要求:待并发电机电压相序与电网电压相序相同,相角差不超过 10°。

12.4.2 假同期。

1 检查各控制、监测仪表显示准确、动作可靠。

2 检查同期装置的控制程序及控制精度符合设计要求。

3 检查并网控制回路符合设计要求,各连锁、保护、控制信号动作正常。

12.4.3 准同期并网。

1 检查同期装置的控制程序及控制精度符合设计要求。各连锁、保护、控制信号动作正常。

2 冲击电流检查:冲击电流瞬时最大值不应超过 1~2 倍的发电机额定电流。

3 暂态过程检查:应能迅速进入同步运行状态,其暂态过程应符合设计要求及产品的技术要求。

## 12.5 并网后,检查发电机有功功率的调节功能

12.5.1 并网以后,检查原动机调节有功功率的能力。

12.5.2 在发电机定子电流最低点到额定电流的范围内读取三相电流、三相功率、功率因数,取三到五组数据进行记录。试验得出的调节功能应符合产品的技术要求。

## 12.6 并网后,检查发电机无功功率的调节功能

12.6.1 并网以后,检查励磁电流调节无功功率的能力。

12.6.2 在发电机定子电流最低点到额定电流的范围内读取三相电流、三相功率、功率因数,取三到五组数据进行记录。试验得出的调节功能应符合产品的技术要求。

## 12.7 发电机并网后带负荷考核

12.7.1 发电机并网后带负荷考核 72h 连续运转试验,应符合以下规定:

1 发电机并网后带小负荷考核 2~4h。考核结果符合产品技术要求;

2 在接近满负荷下考核 72h;

3 100%负荷时进行甩负荷试验。试验结果应符合产品技术要求。

附录 A 设备交接试验记录表

表 A.0.1 真空断路器交接试验报告

编号:

试验单位				试验时间		
天气	温度			湿度		
试品型号				运行编号		
额定电压	kV			额定容量	kVA	
额定电流	A			出厂编号		
生产厂家				生产日期		
安装地点						
试验数据记录						
1. 测量绝缘电阻/MΩ 兆欧表: V 环境温度: C 天气:						
A-地		B-地		C-地		A-B B-C C-A
2. 导电回路电阻:						
A <sub>1</sub>		B <sub>1</sub>		C <sub>1</sub>		A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
3. 开关传动机构试验						
项目	名称	合闸线圈		分闸线圈		合闸接触器
	绝缘电阻/MΩ					
	直流电阻/Ω					
	最小动作电压/V					
4. 开关动作时间及速度测定(三次平均值) 测时电压:						
合闸时间/s		分闸时间/s		刚合速度 /m·s <sup>-1</sup>	最大合速 /m·s <sup>-1</sup>	刚分速度 /m·s <sup>-1</sup> 最大分速 /m·s <sup>-1</sup>
5. 同期性试验 合闸不同期: 分闸不同期:						
6. 弹跳时间						
7. 交流工频耐压						
8. 辅助回路和控制回路耐压试验:						
9. 开关机构操作检查						
操作名称		操作电压	次数	动作情况	10. 其他装置检查:	
11. 结论:						

批准: 审核: 校阅: 试验: 年 月 日



表 A.0.2 油浸式电抗器交接试验报告

编号：

试验单位				试验时间	
天 气		温度		湿 度	
试品型号				运行编号	
额定电压	kV			额定容量	kVA
额定电流	A			出厂编号	
阻抗电压	%			连接组别	
生产厂家				生产日期	
安装地点					
试验数据记录					
绝缘电阻	位置	$R_{15}/M\Omega$	$R_{60}/M\Omega$	$R_{60}/R_{15}$	
	A 相对 B、C 及地				
	B 相对 A、C 及地				
	C 相对 B、A 及地				
	铁芯对地	M $\Omega$			
	穿芯螺栓对地	M $\Omega$			
直流电阻/ $\Omega$	A 相				
	B 相				
	C 相				
绕组泄漏/ $\mu A$	试验电压/kV				
	A 相对 B、C 及地				
	B 相对 A、C 及地				
	C 相对 B、A 及地				
绝缘油击穿电压(kV)					
交流耐压	A 相对 B、C 及地	kV, 1min	结果		
	B 相对 A、C 及地	kV, 1min	结果		
	C 相对 B、A 及地	kV, 1min	结果		
结论					
备注					

批准：                  审核：                  校阅：                  试验：                  年    月    日

表 A.0.3 油浸式变压器交接试验报告

编号：

试验单位				试验时间				
天 气		温度		湿 度				
试品型号				运行编号				
额定电压	kV			额定容量	kVA			
额定电流	A			出厂编号				
阻抗电压	%			连接组别				
生产厂家				生产日期				
安装地点								
试验数据记录								
绝缘电阻	位置	$R_{15}/M\Omega$	$R_{60}/M\Omega$	$R_{60}/R_{15}$				
	一次对二次及地							
	二次对一次及地							
	穿芯螺栓对地	MΩ						
电压比/%	一次分接位置	I	II	III	IV	V	VI	VII
	AB/ab							
	BC/bc							
	CA/ca							
直流电阻/ $\Omega$	一次分接位置	I	II	III	IV	V	VI	VII
	AB							
	BC							
	CA							
	二次	a0	b0				c0	
连接组别	极性：							
绕组泄漏/ $\mu A$	试验电压/kV							
	一次对二次及地							
	二次对一次及地							
介损		$C_x/pF$			$\tan\delta/\%$			
绝缘油击穿电压/kV								
交流耐压	一次对二次及地	kV, 1min						
	二次对一次及地	kV, 1min						
结论								
备注								

批准：                  审核：                  校阅：                  试验：

年 月 日

表 A.0.4 油断路器交接试验报告

编号：

试验单位					
安装地点				试验时间	
环境条件		温度/℃		相对湿度/%	
受检试品	试品名称		出厂编号		
	试品型号		用 途		
	制造厂家		运行编号		
	试品主要技术参数				
	额定电压：___ kV 额定电流：___ A 额定容量：___ kVA 额定频率：___ Hz				
试验数据记录					
1. 测量绝缘电阻/MΩ 兆欧表： V 环境温度： °C 天气：					
A-地		B-地		C-地	
2. 测量灭弧室的并联电阻和电容、介损试验 tanδ/%					
并联电阻/Ω			并联电容/μF、tanδ/%		
A <sub>1</sub>		B <sub>1</sub>		C <sub>1</sub>	
3. 开关传动机构试验					
项目	名称	合闸线圈		分闸线圈	
					合闸接触器
	绝缘电阻/MΩ				
	直流电阻/Ω				
最小动作电压/V					
4. 开关动作时间及速度测定(三次平均值) 测时电压：					
合闸时间/s		分闸时间/s		刚合速度 /m·s <sup>-1</sup>	最大合速 /m·s <sup>-1</sup>
				刚分速度 /m·s <sup>-1</sup>	最大分速 /m·s <sup>-1</sup>
5. 同期性试验 合闸不同期： 分闸不同期：					
6. 开关机构操作检查					
操作名称		操作电压		次 数	
合 闸					
分 闸					
7. 导电回路电阻				8. 交流耐压	
9. 介损试验 tanδ/%				10. 绝缘油试验	
11. 其他检查				12. 结论	

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：                      年 月 日

表 A.0.5 交流电机交接试验报告

编号：

试验单位				试验日期	
天 气		温 度		湿 度	
试品型号		生产日期		运行编号	
定子电压/V			转子电压/V		
定子电流/A			转子电流/A		
电机功率/kW			电机转速/(r/min)		
接 法			启动器形式		
试验数据记录					
1. 绝缘电阻测定/MΩ 兆欧表电压 V					
定子相间	定子相间	定子相间	定子相间		
动力回路相间	动力回路相间	动力回路相间	动力回路相间		
2. 直流电阻/Ω					
定子绕组					
转子绕组					
3. 电机交流耐压					
	试验电压/kV	时间 min			
定 子					
转 子					
4. 保护装置					
型 式		装置整定			
5. 电机工作情况					
空载电流	A	带机械电流	A		
6. 极性检查：					
7. 结论：					
8. 备注：					

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：                      年 月 日



表 A.0.6 橡塑绝缘电力电缆交接试验记录

编号：

1. 基本资料	编 号																			
	运行电压																			
	型号截面																			
	起 点																			
	终 点																			
	长 度																			
2. 主绝缘绝缘电阻	摇表 2500V	试验前 /MΩ	A—地																	
			B—地																	
			C—地																	
			A—B																	
			B—C																	
			C—A																	
	试验后 /MΩ	A—地																		
		B—地																		
		C—地																		
		A—B																		
		B—C																		
		C—A																		
3. 外护套绝缘电阻/MΩ																				
4. 内衬层绝缘电阻/MΩ																				
5. 铜屏蔽层电阻/Ω																				
6. 导体电阻比																				
7. 主绝缘谐振试验	相 别		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
	试验频率/Hz																			
	试验电压/kV																			
	试验时间/min																			
	备 注																			
8. 交叉互联系统																				
9. 相位检查																				
10. 结论																				

批准：

审核：

校阅：

试验：

年 月 日

59

表 A.0.7 套管交接试验报告

编号：

试验单位				
安装地点			试验时间	
环境条件	温度/℃		相对湿度/%	
受检试品	试品名称		出厂编号	
	试品型号		用 途	
	制造厂家		运行编号	
	试品主要技术参数			
	额定电压：__ kV 额定电流：__ A 额定容量：__ kVA 额定频率：__ Hz			
试验数据记录				
绝缘电阻 /MΩ	相 别	A	B	C
	主绝缘对地			
	末屏对地			
交流耐压 /kV				
结论				
备注				

批准：      审核：      校阅：      试验：

年   月   日

表 A.0.8 金属氧化物避雷器交接试验记录

编号：

铭牌资料			
型 号	额定电压	制造厂	
绝缘电阻测定      兆欧表电压：      V			
相 别	A	B	C
放电前/MΩ			
放电后/MΩ			
氧化物避雷器特性试验			
$U_{1mA}/kV$			
$175\%U_{1mA}/\mu A$			
运行电压下的交流泄漏电流：			
底座绝缘检查：			
放电计数器动作检查：			
结论：			

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：                      年   月   日

表 A.0.9 隔离开关交接试验报告

编号：

试验单位				试验日期			
天 气		温 度		湿 度			
试品型号		生产日期		运行编号			
生产厂家：							
开关型号							
额定电压							
额定电流							
出厂编号							
试验数据记录							
1. 绝缘电阻：兆欧表电压_____V							
相别		耐压前/MΩ		耐压后/MΩ			
A 相对 B、C 及地							
B 相对 A、C 及地							
C 相对 A、B 及地							
2. 开关导电回路电阻测量/Ω：							
A 相		B 相		C 相			
3. 交流耐压试验							
相别		试验电压/kV		时间/min			
U 对 VW 及地							
V 对 WU 及地							
W 对 UV 及地							
4. 操动机构的动作情况							
操动机构线圈的最低动作电压/V							
操作名称		次数	电压(气压或液压)		动作情况		
合分闸							
5. 结论：							
6. 备注：							

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：                      年 月 日



表 A.0.10 干式电流互感器交接试验报告

试验单位						试验日期	
天气		温度				湿度	
试品型号		生产日期				运行编号	
生产厂家:				安装地点:			
二次绕组							
额定容量/VA							
准确级							
电流比							
试验数据记录							
1. 绝缘电阻测定/MΩ				兆欧表电压		V	
2. 直流电阻/Ω							
名称 相别	一次对地	二次对地		一、二次 之间	二次 之间		
		级	级				
A相							
B相							
C相							
3. 伏安特性试验							
A 相				B 相		C 相	
用途:		用途:		用途:		用途:	
级别:		级别:		级别:		级别:	
V	A	V	A	V	A	V	A
4. 变流比试验							
相 别		准确等级		一次通入电流/A			
二次 电流 /A	A						
	B						
	C						
5. 交流耐压试验:							
6. 极性检查:							
7. 结论:							
8. 备注:							

批准:

审核:

校阅:

试验:

年 月 日

表 A. 0. 11 干式电抗器交接试验报告

编号：

试验单位				试验日期		
天 气		温 度		湿 度		
试品型号				运行编号		
额定电压	kV			额定容量	kVA	
额定电流	A			出厂编号		
阻抗电压	%					
生产厂家				生产日期		
安装地点						
试验数据记录						
绝缘电阻	位置	$R_{15}/M\Omega$	$R_{60}/M\Omega$	$R_{60}/R_{15}$		
	A 相对 B、C 及地					
	B 相对 A、C 及地					
	C 相对 B、A 及地					
	铁芯对地	MΩ				
	穿芯螺栓对地	MΩ				
直流电阻/Ω	A 相					
	B 相					
	C 相					
交流耐压	A 相对 B、C 及地	kV, 1min	结果			
	B 相对 A、C 及地	kV, 1min	结果			
	C 相对 B、A 及地	kV, 1min	结果			
$\tan\delta/％$						
冲击合闸						
结论						

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：

年   月   日

表 A.0.12 干式变压器交接试验记录

编号：

试验单位							试验日期		
大 气		温 度				湿 度			
试品型号							运行编号		
额定电压	kV						额定容量	kVA	
额定电流	A						出厂编号		
阻抗电压	%						连接组别		
生产厂家							生产日期		
安装地点									
试验数据记录									
绝缘电阻	位置	R <sub>15</sub> /MΩ			R <sub>60</sub> /MΩ			R <sub>60</sub> /R <sub>15</sub>	
	一次对二次及地								
	二次对一次及地								
	铁心对地	MΩ							
	穿芯螺栓对地	MΩ							
电压比/%	一次分接位置	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	AB/ab								
	BC/bc								
	CA/ca								
直流电阻/Ω	一次分接位置	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	AB								
	BC								
	CA								
	二次	a0		b0		c0			
连接组别				极性：			相位：		
交流耐压	一次对二次及地	kV, 1min							
	二次对一次及地	kV, 1min							
有载调压装置									
其他检查									
结论									
备注									

批准：                  审核：                  校阅：                  试验：                  年    月    日

表 A.0.13 阀式避雷器交接记录

编号：

铭牌资料								
安装标号			型号		额定电压		制造厂	
厂号			A <sub>1</sub>		B <sub>1</sub>		C <sub>1</sub>	
绝缘电阻测试/MΩ      兆欧表电压： V    环境温度：      天气：								
名称  相别			A		B		C	
			第一节	第二节	第一节	第二节	第一节	第二节
放电前/MΩ								
放电后/MΩ								
底座绝缘电阻/MΩ								
工频放电电压试验/kV								
A			B			C		
第一节	第二节	第三节	第一节	第二节	第三节	第一节	第二节	第三节
电导电流测量/μA								
名称  电压			A		B		C	
			第一节	第二节	第一节	第二节	第一节	第二节
非线性因数差值								
放电计数器动作检查：								
结论								

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：

年   月   日



表 A.0.14 电容式电压互感器交接试验报告

编号：

实验单位				
安装地点			试验时间	
环境条件	温度/℃		相对湿度	
受检试品	试品名称			出厂编号
	试品型号			用 途
	制造厂家			运行编号
	试品主要技术参数			
	额定电压： kV 额定电流： A 额定容量： kVA 连接组别： 额定频率： Hz 级别：			
试验记录				
绝缘电阻	位置	A	B	C
	一次对地			
	二次对地			
	一次对二次			
	二次之间			
	电容器极间			
直流电阻/Ω	一次绕组			
	二次绕组			
变压比测试	变压比	AO/ao	BO/ao	CO/ao
	定比			
	测比误差			
阻尼器检查				
电容值测量				
tanδ/%				
交流耐压				
渗漏油检查				
结论				
备注				

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：

年    月    日

表 A.0.15 电容器交接试验报告

编号：

试验单位					
安装地点			试验时间		
环境条件	温度/℃		相对湿度		
受检试品	试品名称			出厂编号	
	试品型号			用 途	
	制造厂家			运行编号	
	试品主要技术参数				
	额定电压： kV 额定电流： A 额定容量： μF 额定频率： Hz				
试验记录					
两极对地 绝缘电阻 /MΩ		极间绝缘 电阻/MΩ		相间对地 绝缘电阻 /MΩ	
低压端绝缘电阻					
	A	B	C		
电容值/μF					
介损/tanδ					
并联电阻					
交流耐压/kV					
局部放电					
油击穿电压					
冲击合闸					
结论					

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：

年   月   日

表 A.0.16 电流互感器交接试验报告

编号：

试验单位		试验日期			
安装地点					
天气		温度		湿度	
试品型号		生产日期		运行编号	
生产厂家					
二次绕组					
额定容量/VA					
准确级					
电流比					
试验数据记录					
1. 绝缘电阻测定/MΩ		兆欧表电压		V	
2. 油耐压：		3. 直流电阻		4. tanδ	
名称	一次对地	二次对地		一、二次之间	二次之间
相别		级	级		
A相					
B相					
C相					
5. 励磁特性试验					
A 相		B 相		C 相	
用途：	用途：	用途：	用途：	用途：	用途：
级别：	级别：	级别：	级别：	级别：	级别：
V	A	V	A	V	A
6. 变比试验					
相 别		准确等级		一次通入电流/A	
二次 电流 /A	A				
	B				
	C				
7. 交流耐压试验：					
8. 极性：					
9. 结论：					
10. 备注：					

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：

年 月 日

表 A.0.17 电磁式电压互感器交接试验报告

编号：

试验单位				
安装地点			试验时间	
环境条件	温度/℃		相对湿度	
受检试品	试品名称			出厂编号
	试品型号			用 途
	制造厂家			运行编号
	试品主要技术参数			
	额定电压： kV 额定电流： A 额定容量： kVA 连接组别： 额定频率： Hz 级别：			
试验记录				
绝缘电阻 /MΩ	位置	A	B	C
	一次对地			
	二次对地			
	一次对二次			
	二次之间			
	铁芯对地			
直流电阻/Ω	一次绕组			
	二次绕组			
空载电流	一次			
	二次			
变压比测试	变压比	AO/ao	BO/ao	CO/ao
	定比			
	测比误差			
连接组别、极性				
tanδ/%				
油击穿电压/kV				
交流耐压/kV	高压侧			
	低压侧			
结论				
备注				

批准：      审核：      校阅：      试验：

年 月 日



表 A.0.18 SF6 断路器、GIS 交接试验报告

编号：

试验单位							
安装地点				试验时间			
环境条件	温度/℃			相对湿度/%			
受检试品	试品名称			出厂编号			
	试品型号			用 途			
	制造厂家			运行编号			
	试品主要技术参数						
	额定电压：__ kV 额定电流：__ A 额定容量：__ kVA 额定频率：__ Hz						
试验数据记录							
1. 测量绝缘电阻/MΩ 兆欧表：__ V							
A-地		B-地		C-地		A-B B-C C-A	
2. 测量断口间并联电容器的电容量及 tanδ：							
并联电容/μF		A：		B：		C：	
tanδ/%		A：		B：		C：	
3. 开关操作机构试验							
名称		合闸线圈		分闸线圈		合闸接触器	
项目							
绝缘电阻/MΩ							
直流电阻/Ω							
最小动作电压/V							
4. 开关动作时间及速度测定(三次平均值)							
合闸时间/s	分闸时间/s	刚合速度/m·s <sup>-1</sup>	最大合速/m·s <sup>-1</sup>	刚分速度/m·s <sup>-1</sup>	最大分速/m·s <sup>-1</sup>	合闸不同期/ms	分闸不同期/ms
5. 同期性试验 合闸不同期： 分闸不同期：							
6. 弹跳时间							
7. 辅助回路和控制回路的绝缘电阻及耐压试验：							
8. 合闸电阻值及合闸电阻的投入时间：				9. 泵运转时间：			
10. 导电回路电阻：				11. 液压机构泄漏：			
12. 气体密度及压力表检查：				13. 其他装置检查：			
14. 交流耐压/kV：							
15. 结论：							

批准： 审核： 校阅： 试验： 年 月 日

表 A.0.19 二次回路试验交接试验报告

编号：

试验单位				
试验地点				
天 气		温度/℃		相对湿度
试验日期			回路额定电压	
试验项目	绝缘电阻□ 交流耐压□			
试验数据记录				
回路名称 或编号	绝缘电阻 500V□ 1000V□ 2500V□			交流耐压(1000V,1min)
结论				
备注				

批准：                      审核：                      校阅：                      试验：

年   月   日

表 A.0.20 笼型感应电动机调试记录

编号：

试验单位				试验日期	
天气		温度		湿度	
1. 基本资料	机械名称及传动号				
	制造厂				
	工厂号				
	型式				
	容量/kW				
	电流/A				
	电压/V				
	接 法				
	每分钟转数				
	工作率/%				
	起动器形式				
安装地点					
2. 绝缘电阻测试 /MΩ 环境温度 天气	定子相间				
	定子对地				
	主回路相间				
	主回路对地				
	操作回路对地				
3. 定子绕组直流电阻测定/Ω					
4. 保护装置整定值/A	热继电器型号				
	整定值				
5. 电机工作情况	空载电流				
6. 接地装置检查					
7. 结论					

批准：                  审核：                  校阅：                  试验：                  年    月    日

表 A.0.21 绕线型感应电动机调试记录

编号：

试验单位				试验日期	
天气		温度		湿度	
1. 基本资料：		机械名称及传动号：			
型式		容量		转速	
定子电压		定子电流		接法	
转子电压		转子电流		制造厂	
启动器型式				工厂号	
安装地点					
2. 绝缘电阻测定/MΩ		兆欧表电压		V， 温度	
定子相间		定子对地		定子转子间	
动力回路相间		动力回路对地		操作回路对地	
3. 直流电阻/Ω					
定子绕组					
转子绕组					
4. 启动调速电阻的整定值/Ω					
5. 保护装置：					
型 式		装置整定			
6. 电动机工作情况：					
空载电流		带机械电流			
7. 接地装置检查：					
8. 补充意见及结论：					

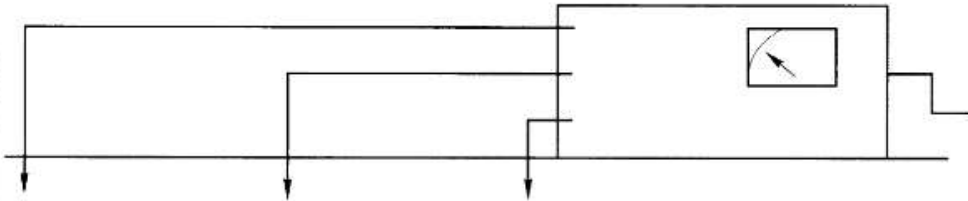
批准：                      审核：                      校阅：                      试验：

年   月   日



表 A.0.22 接地装置接地电阻测量记录

编号：

试验单位				试验日期	
天气		温度		湿度	
1. 测量时采用的方法及接线图					
					
安装地点					
2. 测量数据					
序 号	1	2	3		
被测装置名称					
安装地点					
土壤干燥情况					
测量前连续三天的天气情况					
实测电阻/ $\Omega$					
备 注					
3. 补充意见及结论					

批准：                  审核：                  校阅：                  试验：

年    月    日

表 A.0.23 综合保护装置调试记录

编号：

工程名称：		高压柜名称：		
高压柜号		互感器变比/A		
综保仪型号		编号		
生产厂家			零序/A	
设定参数		实测动作值		
项目	设定值	A相	B相	C相
过流/A				
时间/s				
速断/A				
时间/s				
零序/A				
时间/s				
过负荷/A				
时间/s				
欠电压/V				
时间/s				
过电压/V				
时间/s				
结论				

批准：                  审核：                  校阅：                  试验：

年   月   日

表 A.0.24 同期屏调试记录

工程名称:

编号:

一、电压表记录

	表计	型号	所施加电压/V	表计显示/V	测试结果
系统侧	电压表				
待并侧					

二、频率表记录

	表计	型号	所施加频率/Hz	表计显示/Hz	测试结果
系统侧	频率表				
待并侧					

三、同期表记录

型号		
结论		
压差指针显示	A. 正常( )	B. 不正常( )
频率指针显示	A. 正常( )	B. 不正常( )
相位指针显示	A. 正常( )	B. 不正常( )
备 注		

四、同步继电器记录

型号	整定值	施加系统电压/相位	施加待并电压/相位	节点动作情况	测试结果

五、自动准同期装置记录

	电量	施加电量 1	显示电量 1	施加电量 2	显示电量 2	测试结果
系统侧	电压					
	频率					
待并侧	电压					
	频率					

六、调试结果记录

调试结果	
备注	

试验人员:

审核:

年 月 日

表 A.0.25 发电机交接试验报告

工程名称:

编号:

一、铭牌资料						
型号			额定功率/MW			
额定电压/kV			额定电流/A			
励磁电压/V			励磁电流/A			
额定转速(r/min)			功率因数			
接线方式			冷却方式			
定子绕组绝缘			转子绕组绝缘			
制造厂			出厂号			
出厂日期			备 注			
二、试验内容						
1. 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比				环境温度:    ℃		
测量方式	$R_{15}^{\circ}$	$R_{60}^{\circ}$	$R_{600}^{\circ}$	吸收比	极化指数	
A-B/C/地						
B-A/C/地						
C-A/B/地						
2. 测量定子绕组的直流电阻				环境温度:    ℃		
测量方式	实测值/MΩ		相互间差/%			
A						
B						
C						
3. 定子绕组直流耐压试验和泄露电流测量				环境温度:    ℃		
电压 电流	$0.5U_n$	$1.0U_n$	$1.5U_n$	$2.0U_n$	$2.5U_n$	$3.0U_n$
A 相						
B 相						
C 相						
4. 定子绕组交流耐压试验				环境温度:    ℃		
测量方式	耐压前绝缘电阻		耐压后绝缘电阻			
A-B/C/地						
B-A/C/地						
C-A/B/地						
相 别	电压/kV		时间/min		结 论	



续表 A.0.25

5. 转子绕组绝缘电阻和直流电阻及交流耐压试验		环境温度:      ℃
项 目	数 值	
绝缘电阻/MΩ		
直流电阻/MΩ		
交流耐压		
6. 发电机和励磁机的励磁回路所连接设备(不包括发电机转子和励磁机电枢)绝缘电阻和交流耐压试验		
项 目	数 值	
绝缘电阻/MΩ		
交流耐压		
7. 发电机组和励磁机轴承的绝缘电阻		
绝缘电阻值/MΩ		
8. 灭磁电阻器(或自同期电阻器)的直流电阻和灭磁开关的并联电阻		
项 目	数 值	
直流电阻/Ω		
并联电阻值/Ω		

试验人员:

审核:

年 月 日

附录 B 并网试验记录表

表 B.0.1 发电机空载试验记录

工程名称：

铭牌资料					
设备名称 (传动号)	型号	额定容量	额定电压	额定电流	制造厂
定子绝缘电阻测量					
绝缘电阻值/MΩ:		测试表电压等级		环境温度、湿度	
试验数据测录					
定子电压				励磁电流	
A-O	B-O	C-O	不平衡系数		
定子残压测量:					
灭磁时间常数测量:					
备注:					
调试:			日期:		

表 B.0.2 发电机短路试验记录

工程名称：

铭牌资料					
设备名称 (传动号)	型号	额定容量	额定电压	额定电流	制造厂
定子绝缘电阻测量					
绝缘电阻值/MΩ		测试表电压等级		环境温度、湿度	
试验数据测录					
定子电流				励磁电流	
A	B	C	不平衡系数		
备注：					
调试：			日期：		

表 B.0.3 发电机并网试验记录

工程名称：

铭牌资料					
设备名称 (传动号)	型号	额定容量	额定电压	额定电流	制造厂
并网前检查记录					
电网电压幅值：		发电机输出电压幅值：		幅值差：	
电网电压频率：		发电机输出电压频率：		频率差：	
电网电压与发电机电压相序是否一致：					
电网电压与发电机电压相角差：					
并网后检查记录					
冲击电流最大值：					
暂态过程是否符合要求：					
同期装置性能检验结果：					
带负荷考核结果：					
甩负荷实验结果：					
备注：					
调试：			日期：		



表 B.0.4 发电机有功功率调节试验记录

工程名称：

铭牌资料									
设备名称 (传动号)	型 号		额定容量	额定电压		额定电流		制造厂	
试验数据测录									
进口导叶开 度(或汽轮机 进口压力)	输出电压			输出电流			输出 功率	功率 因数	有功 功率
	A-O	B-O	C-O	A	B	C			
励磁电流：									
备注：									
调试：日期：									

表 B.0.5 发电机无功功率调节试验记录

工程名称:

铭牌资料									
设备名称 (传动号)	型 号		额定容量	额定电压		额定电流		制造厂	
试验数据测录									
励磁电流:	输出电压			输出电流			输出 功率	功率 因数	无功 功率
	A-O	B-O	C-O	A	B	C			
原动机转速:									
备注:									
调试: 日期:									

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《冶金电气设备工程安装验收规范》GB 50397
- 2 《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GBJ 148
- 3 《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GBJ 149
- 4 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150
- 5 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168
- 6 《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》GB 50171
- 7 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169
- 8 《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257
- 9 《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》GB 50170
- 10 《电力建设施工及验收技术规范 汽轮机机组篇》DL 5011
- 11 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
- 12 《轧机机械设备工程安装验收规范》GB 50386



中华人民共和国黑色冶金行业标准

高炉 TRT 系统电气设备安装工程  
施工验收规范

YB 4408—2014

条 文 说 明

## 1 总 则

1.0.1 明确规范制定的目的。

1.0.2 明确规范的适用范围。

## 3 施工准备

3.0.2 施工组织设计或施工方案以及专项施工方案应有具体实施本项目的技术负责人进行审批。

## 4 变压器安装

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 变压器到达现场后应及时检查,以便发现存在的缺陷和问题,并及时处理,为安装得以顺利进行创造条件。
- 4.1.2 由于变压器体积和质量较大,避免安装方向错误,造成来回挪动变压器,费时费力,并存在变压器损伤的危险。
- 4.1.3 变压器安装用的紧固件,为防止锈蚀给以后的安全运行和设备检修拆卸带来困难,应采用镀锌制品,镀锌应保证质量。
- 4.1.4 变压器的中性点接地连线是否正确应根据设计给定的低压配电系统的要求进行。
- 4.1.5 此条是为了保证变压器运行时的设备和人身安全,故列为强条。
- 4.1.6 瓷件标准在《高压绝缘子瓷件技术条件》GB/T 772 中已明确列出。

### 4.2 本体安装

- 4.2.1 变压器运行时有轻微振动,故要求固定牢固,防止由于震动而造成危险。
- 4.2.2 当变压器内部故障时,为了使气体能顺利的进入气体继电器,确保气体继电器动作,故规定其升高坡度。

### 4.3 主要附件安装

- 4.3.1 每台变压器制造厂不一样,其附件安装位置和要求均有所区别,故规定应严格按照制造厂技术要求进行。

### 4.4 变压器注油

- 4.4.1 根据电力用油(变压器油、汽轮机油)取样方法 GB/T

7597 的规定执行。

**4.4.2** 为了防止安装过程中进入变压器绝缘物内的潮气和杂质。

**4.4.3** 应严格按照制造厂技术要求执行。

**4.4.4** 为了防止气体在变压器内残留。

## **4.5 电 抗 器**

**4.5.1** 电抗器安装时应严格按照设计要求和设备技术要求进行安装。

为了缓冲短路时电抗器之间所受到的冲击,上下重叠安装的电抗器,应在其绝缘子顶帽上放置绝缘垫圈。户内安装时,垫圈可为绝缘纸板或橡胶垫片;户外安装时,应用橡胶垫片,因为绝缘纸垫片受潮或雨淋后将失去作用。

当工作电流大于 1500A 时,为避免对周围金属构件因涡流引起发热,故其连接螺栓应采用非磁性金属材质。

电抗器间隔内,所有磁性材料的部件均应可靠固定。为了防止短路时电动力的影响。

**4.5.2** 此条强调了电抗器的接地以及电抗器底层所有支持绝缘子的接地不应成闭合磁路,以防产生涡流。

## **4.6 互 感 器**

**4.6.1** 此条强调了互感器安装的观感质量以及极性方向和接线的正确性。

**4.6.3** 此条规定了零序电流互感器的安装距离,一般设计已给定,若未给定,则执行本条中的要求。



## 5 母线装置安装

### 5.1 一般规定

由于 TRT 系统电气施工中均选用铜母线,本规范中母线指铜母线。

5.1.1 母线到达现场后应及时检查,以便发现存在的缺陷和问题,并及时处理,为安装得以顺利进行创造条件。

5.1.2 高压绝缘子瓷件的质量要求,应符合现行国家标准《高压绝缘子瓷件技术条件》GB/T 772 的有关规定。

5.1.3 母线安装用的紧固件,为防止锈蚀给以后的安全运行和设备检修拆卸带来困难,应采用镀锌制品,镀锌应保证质量。

### 5.2 母线制作

5.2.1 本条规定时母线加工工艺的基本要求,也是保证安装后母线达到横平竖直、整齐美观的必要条件。

5.2.2 母线若用热煨弯,会使母线严重退火和起皱,而且需反复槌打,影响母线原来的质量。目前国内已有各种规格母线冷弯机,故不得进行热弯。

5.2.3 母线接触面加工是否平整,氧化膜是否打磨干净,是母线能否紧密接触和不过热的关键,镀锡处理是为了防止电化腐蚀。

### 5.3 母线安装

5.3.1 母线安装螺栓布置要求和紧固螺栓的拧紧力矩应符合现行国家标准《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GB 50149 的有关规定。

5.3.2 母线在运行过程中通过的电流是变化的,发热状况也是变化的,所以母线在绝缘子上的固定既要牢固,又要能使母线伸

缩自如,以免使其受到额外应力。为避免交流母线因产生涡流而发热,金具之间不能形成闭合磁路。金具有棱角、毛刺会产生电晕放电,造成损耗和对弱电信号的干扰。

**5.3.3** 本条规定了母线相序的统一排列方式,有助于运行操作人员的安全。

**5.3.4** 为了便于识别相序,本条规定了相序颜色,并对母线涂刷相色漆的部位做出规定。

## 6 配电柜及操作台、箱安装

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 本条规定了配电柜、箱搬运时的基本要求。
- 6.1.2 为防止紧固件锈蚀给以后的安全运行和设备检修拆卸带来困难,应采用镀锌制品,保证质量,宜采用标准件,以便于更换。
- 6.1.3 为了防止潮气及小动物侵入给安全运行造成影响。

### 6.2 基础型钢安装

- 6.2.1 此条是为了强调基础型钢的可靠接地,防止出现事故漏电时,损坏设备及人身安全。
- 6.2.2 按照配电室、控制室等电气室的管理习惯,配电柜前一般都铺有橡胶绝缘板,型钢顶部高出 10mm 是为了不影响柜门开启和手车推入拉出而要求的。
- 6.2.3 为了保证配电柜、箱安装的整齐和观感质量,而且基础型钢不平直和位置产生误差较大,会给设备安装带来很大的麻烦。

### 6.3 配电柜及操作台、箱安装

- 6.3.1 为了设备安全运行和人员安全而制定本条。
- 6.3.2 本条是为了保证设备运行和观感质量。
- 6.3.4 本条是为了保证设备安装牢固,但主控制柜、继电保护柜、自动装置柜等在技术改造、改扩建时有移动搬迁的可能,故规定不得焊死。
- 6.3.5 本条是对操作箱、操作台等的安装提出基本要求。
- 6.3.6 本条规定产品制造时要确保达到,但也是安装后必须重点检查的项目。

## 7 电缆线路安装

### 7.1 一般规定

7.1.1 电缆支架、桥架和保护管内均敷设电缆,若不固定牢固会造成电缆损伤,以致影响线路安全运行。在 TRT 系统中,发电机、透平机等设备在运行时均要产生振动,若电缆支架、桥架和保护管附着其上,长时间运行会松动。

7.1.2 在施工现场电缆盘会经过多次滚动、倒运,若方法不当,会引起电缆盘、电缆损坏,甚至威胁人身安全,故规定以保证材料和人身安全。

7.1.3 若使用有缺陷电缆会给线路运行造成极大的安全隐患。

7.1.4 此条是为了防止损伤已穿入金属管内的电缆。

### 7.2 电缆支架、桥架安装

7.2.1 本条为了使制作的电缆支架牢固、美观、整齐。为防止电缆支架锈蚀,应做防腐处理。为了便于电缆的敷设和更换,做出此规定。

7.2.2 为保证成排支架安装后的整齐、美观。

7.2.3 电缆桥架是成套产品组装,电缆桥架本身应是符合生产标准的合格产品。电缆桥架上敷设电缆,需要一定的承重能力,故要求固定牢固。螺母位于桥架外侧是为了防止螺杆划伤电缆。电缆桥架转弯半径要求时为了满足桥架内电缆的转弯半径要求而定的,目的是为了以防损伤电缆。

7.2.4 此节对电缆桥架的接地做出了规定,为了防止由于接地造成在电缆损伤漏电的情况下造成人员及设备的危害,故列为强条。

7.2.5 此条是为了防止煤气和热力对电缆进行损伤。



### 7.3 保护管安装

- 7.3.1 保护管接地是为了线路的安全运行和人身安全。
- 7.3.3 本条是为了防止管口划伤电缆。
- 7.3.6 本条对防腐提出要求是为了延长钢管使用寿命,同时防止管内锈蚀严重,影响电缆更换。埋入混凝土内的钢管外壁,若涂刷防腐漆不利于钢管和混凝土的结合,易造成漏水、渗水现象,故要求外壁不做防腐。

### 7.4 电缆敷设及配线

- 7.4.1 为了防止产生涡流,从而对人员和设备产生危害。
- 7.4.2 对电缆敷设的弯曲半径做出要求。
- 7.4.3 防止信号干扰,影响调试和正常生产。
- 7.4.4 若电缆终端头或电缆接头损坏时,可使用备用长度连接,不至于换掉整根电缆,便于检修,同时也可以节约大量的材料和时间。
- 7.4.5 为了便于线路的检修和维护。
- 7.4.6 高压电缆终端头和中间接头均有成型成套的组装件,故制作时应严格按照生产厂家技术要求执行。

## 8 避雷及接地系统安装

### 8.1 一般规定

根据现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169 的有关规定,以及 TRT 电气安装工程特点,以防止发生触电伤害为一般原则,在一般规定中明确和强调了哪些设备及设备基础需做接地保护,接地线不应作其他用途,指在施工或检修时接地线不能作为焊接接地线使用。

### 8.2 接地装置的选择

在 TRT 电气安装工程设计中,接地极的选择,或是单独设置接地极,或是利用厂房柱基接地组成接地网,所以本标准只选择了人工接地体。在 TRT 电气安装工程施工中,对于接地阻值不足的处理方式,一般选择本标准的三种方法,其他方法考虑经济成本及工程特点一般不予以选择。考虑到接地对设备运行和人身安全易产生危害,故部分条款列为强条。

### 8.3 接地装置的安装

8.3.4 此条是为了保证接地干线与接地网的可靠连接。

8.3.8 零序互感器检测的是三相电流的矢量和,电缆头接地线穿过后接地,可能引起零序误动作,所以接地线应穿过零序互感器后,再传回互感器后接地。

### 8.4 接地体(线)的连接

8.4.1 此条是为了保证接地线的可靠连接和在设备上便于检测。

8.4.2 扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接时,为了连接可靠,除应在

其接触部位两侧进行焊接外,并应加焊面积补偿件。补偿件一般使用镀锌角钢或使用镀锌扁钢加工而成,通过加焊补偿件以达到搭接焊接面积的目的。

## 8.5 厂房避雷针(线、带、网)的接地

独立避雷针及其接地装置与道路或建筑物的出入口等的距离应大于 3m。当小于 3m 时,应采取均压措施或铺设卵石或沥青地面;独立避雷针的接地装置与接地网的距离不应小于 3m。安全距离的设置是防止在接闪器受到雷击后,通过接地线及接地装置将雷电能量释放到大地,释放点附近将产生高压及跨步电压,为保证人身安全及在其他接地网内的设备安全,特规定安全距离及措施。

## 9 爆炸、火灾危险场所电气安装

### 9.1 一般规定

TRT 车间及煤气管网区域属于爆炸、火灾危险场所,故本车间内所使用的电气设备均应有标有国家检验单位颁发的‘防爆合格证号’。环境划分应严格按照国家现行标准规定执行。



## 10 发电机安装

### 10.1 开箱验收

10.1.3 电机到达现场后,首先应检查包装的完整性及铁芯、转子等的保护层是否完整和有无锈蚀。

### 10.4 发电机安装

#### 10.4.3

2 是以质量标准和主要的工艺要求为主,有关施工安全问题,应遵守现行的安全技术规程,对于重要的施工项目或工序,由于施工环境各不相同,还应结合现场具体情况,在施工前制定切实可行的施工技术措施。

7 发电机转子一般可以轴向窜动 10~12mm,故制定本条。

#### 10.4.4

5 应保证电机气隙均匀,以免影响电机的电气性能。不均匀度= $(\text{气隙的最大值}-\text{气隙的最小值})/\text{气隙的平均值}$ 。如果设计有特殊要求时除外。

6 本条规定了电刷安装时的技术要求。

1) 因不同制造厂生产的电刷性能差别很大,甚至同一制造厂不同时间生产的电刷性能亦有所差别,故提出了此项要求。

2) 由于一般电刷弹簧均有部分电流流过,使弹簧发热而丧失弹性。制造厂已生产带有绝缘结构的电刷弹簧,安装时要求绝缘垫完好。对恒压弹簧电刷也有相同的要求。

3) 规定同一极上电刷弹簧压力偏差不超过 5%,目的是为了各电刷可靠工作和其工作面磨损均匀。

4) 电刷接触面应与集电环的弧度相吻合,接触面不应小于单个电刷截面的 75%,以保证通过各电刷电流的均匀性。

## 11 主要设备的检验与试验

### 11.1 电力变压器

11.1.2 本条主要对变压器各个实验项目的检验目的做出了说明。

2 测量变压器的直流电阻主要是为了检查绕组内部导线和引线的焊接质量;检查分接开关各个位置接触是否良好;检查绕组或引出线有无折断处;检查并联支路的正确性,是否存在由几条并联导线绕成的绕组发生一处或几处断线的情况;检查层、匝间有无短路的现象,以免受电时发生短路事故。如果发生以上情况,则在测量是三相电阻的误差会超出本款所规定的数值,应该由设备厂家做出合理解释。

3 测量各分接头的变压比是检验变压器能否达到预计的电压变换效果,检验各绕组的匝数比与设计是否相符,各分线装配是否准确,以及在运行中匝间是否发生短路,从而避免变压器因变压比不对而需要更换变压器所造成的一系列后果。

4 变压器连接组别的不同,其性能也是不一样的,所以要核实变压器的连接组别是否与设计一致,是否与变压器本体铭牌一致,从而避免送电运行后由于用途的不一样、负载不一样而发生事故。

7 变压器的交流耐压试验,是对变压器所用绝缘材料的绝缘强度的考验。当电力系统某一部分出现不正常情况时,电网中常常产生比额定电压高出数倍的过电压,如果变压器的绝缘强度不够,就会击穿变压器造成事故,从而影响生产,因此进行变压器耐压试验非常必要。

8 变压器油是保证变压器安全运行的重要因素,如果变压器油的绝缘不合格,会造成变压器对外壳击穿,引起重大安全事

故,造成重大经济损失。

## 11.2 发 电 机

11.2.2 本条主要对发电机各个实验项目的检验目的做出了说明。

2 测量定子绕组的绝缘电阻、吸收比、极化指数,可以判断定子绕组绝缘性能的好坏,判断其是否受潮,有短路、击穿等缺陷。

5 定子绕组的交流耐压试验的目的是检验发电机所采用绝缘材料的绝缘强度。由于发电机在运行过程中,绝缘长期遭受着电场,温度和机械振动的作用会逐渐发生老化,变质,会发生普遍劣化,也会发生局部损坏,存在缺陷,因此对其做交流耐压试验是检验其绝缘强度,保证正常运行的有效手段。

6 测量转子绕组的绝缘电阻可以发现转子绕组的绝缘缺陷,避免造成短路事故,造成巨大经济损失。

## 11.3 电压互感器

11.3.2 本条主要对电压互感器各个实验项目的检验目的做出了说明。

3 测量绕组的直流电阻可以检查绕组内部导线和引线的焊接质量及有无匝间短路现象,从而避免发生短路事故。

4 检查接线组别和极性、电压比,保证电压互感器二次的电压变比正确,使其能准确的提供二次电压值,在回路中起检测和保护的作用。

7 电压互感器做交流耐压试验是用来检验其绝缘强度,防止在通电运行的过程中由于各种原因造成的绝缘强度不够而发生击穿事故所造成的事故。

## 11.4 电流互感器

11.4.2 本条主要对电流互感器各个实验项目的检验目的做出



了说明。

3 检查接线组别和极性、电流比的目的是要在工作时候能正确反映出用电设备的一次电流值,从而使人机操作接口能直观正确看到实际电流,判断用电设备是否正常运行;当用电设备发生事故时,能通过电流互感器的二次电流正确反馈到综合保护器上,及时迅速切断事故回路,起到保护作用。

5 电流互感器做交流耐压试验是用来检验其绝缘强度,防止在通电运行的过程中由于各种原因造成的绝缘强度不够而发生击穿事故所造成的事故。

## 11.5 断 路 器

11.5.2 本条主要对断路器各个实验项目的目的标准做出了说明。

6 对断路器做耐压试验是检测断路器本体对地、各相之间、断路器断口的绝缘强度,避免是正常运行时由于绝缘强度不够而造成击穿事故,影响正常供电。

## 11.6 避 雷 器

11.6.2 本条主要对避雷器各个实验项目的检验目的做出了说明。

2 氧化锌避雷器基座绝缘可以达到两个效果:第一,避雷器的在线监测仪所探测的泄漏电流可以排除其他影响只测量阀片芯体的电流,数值比较准确;第二,很多避雷器是钢支架形式安装的,如果不绝缘则避雷器工作时支架会带电,可能对人员或其他设备产生伤害。所以为了设备能够安全可靠运行,必须对氧化锌避雷器基座绝缘进行检测。

## 11.7 综合继电保护试验

11.7.2 本条主要对综合继电保护装置的各个实验项目的检验目的做出了说明。



2 综合保护装置是用电系统中最重要的一环,其动作的可靠性和灵敏性决定了系统运行的安全性,所以要严格按照要求进行试验,确保所采用设备的误差最小,灵敏度最高。

## 11.9 电力电缆

11.9.2 本条主要对电力电缆的各个实验项目的检验目的做出了说明。

1~3 主要是为了检测电力电缆的绝缘强度,耐压试验是能最直观的反映电缆内部的缺陷,是保障电缆正常安全投运的最佳手段,所以此试验是必不可少的试验项目。

## 12 并 网

### 12.1 并网的试验项目

#### 12.1.1 发电机的短路试验。

短路试验是并网中重要的试验步骤,利用短路特性,可以判断发电机转子线圈有无匝间短路。此外,计算发电机的主要参数时,也需要短路特性。故列为强条。

#### 12.1.2 发电机的空载试验。

这项试验是为了了解发电机的运行性能、基本量之间的关系以及被发电机结构确定了参数。利用特性曲线,可以断定转子线圈有无匝间短路,也可判断定子铁芯有无局部短路。

#### 12.1.3 并网。

这项试验是为了保证发电机的输出完全满足并网要求,以免并网时对电网造成冲击甚至产生故障。

### 12.2 发电机的短路试验

短路试验的三相短接线应装在定子的出口与断路器之间,并保证短路电流全部流过电流互感器。

### 12.3 发电机的空载试验

1 在升压或降压过程中,励磁电流只能向一个方向调节,不能忽大忽小。

2 发电机的空载试验应在短路试验后进行。

3 “发电机空载试验记录”“发电机短路试验记录”中的“不平衡系数”指:(最大值—最小值)/平均值。

中 华 人 民 共 和 国 黑 色 冶 金  
行 业 标 准  
高 炉 TRT 系 统 电 气 设 备 安 装 工 程 施 工 验 收 规 范  
YB 4408—2014

\*

冶 金 工 业 出 版 社 出 版 发 行  
北 京 北 河 沿 大 街 嵩 祝 院 北 巷 39 号  
邮 政 编 码：100009  
三 河 市 双 峰 印 刷 装 订 有 限 公 司 印 刷  
各 地 新 华 书 店 经 销

\*

开 本 850×1168 1/32 印 张 3.625 字 数 95 千 字  
2014 年 9 月 第 一 版 2014 年 9 月 第 一 次 印 刷

\*

统 一 书 号：155024·0633 定 价：110.00 元