

ICS 29.160.01
CCS P 91

团 体 标 准

T/DZJN 482—2025

高压电气设备安装技术规范 电机

Technical specifications for installation of high-voltage electrical equipment—
motors

2025-09-19 发布

2025-09-26 实施

中国电子节能技术协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总体要求	2
5 高压电机设备保管要求	2
6 高压电机设备安装线路电缆要求	2
7 高压电机设备安装建筑基础要求	3
8 高压电机设备安装前检查要求	5
9 高压电机设备安装要求	5
10 高压电机设备交接试验要求	7
附录 A（资料性）绝缘电阻温度换算	15

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电子节能技术协会提出并归口。

本文件起草单位：山东大学、佳木斯电机股份有限公司、本钢板材股份有限公司、中煤电力有限公司、北京京能清洁能源电力股份有限公司东北分公司、沈阳工业大学、中国电子节能技术协会工业电气传动节能专业委员会、北京低碳绿标信息技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：赵文良、李兴波、栾华、马进、高峰、李辉、左玖玲、李迎帅、李晓巍、张洪喜、孙兴一、陈德志、李成功、冯汉聪、伍佩妆。

高压电气设备安装技术规范 电机

1 范围

本文件规定了高压电机设备安装技术总体要求、高压电机设备保管要求、安装前检查要求、安装线路电缆要求、安装建筑基础要求、安装要求、交接试验要求。

本文件适用于额定电压 1000V（不含）以上电机设备（包括同步发电机及调相机、直流电机、交流电动机）的安装和交接试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 772 高压绝缘子瓷件技术条件
- GB/T 1184 形状和位置公差未注公差值
- GB/T 1568 键 技术条件
- GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机
- GB/T 2900.32 电工术语 电力半导体器件
- GB/T 2900.36 电工术语 电力牵引
- GB/T 2900.74 电工术语 电路理论
- GB/T 2900.83 电工术语 电的和磁的器件
- GB/T 4109 交流电压高于 1000V 的绝缘套管
- GB 5273 变压器、高压电机和套管的接线端子
- GB/T 8287.1 标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子 第 1 部分:瓷或玻璃绝缘子的试验
- GB/T 8287.2 标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子第 2 部分:尺寸与特性
- GB/T 20140 透平型发电机定子绕组端部动态特性和振动试验方法及评定
- GB/T 22669 三相永磁同步电动机试验方法
- GB/T 25123.4 电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第 4 部分:与电子变流器相连的永磁同步电机
- GB/T 26680 永磁同步发电机技术条件
- GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- GB 50217 电力工程电缆设计标准
- GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- JB/T 6228 汽轮发电机绕组内部水系统检验方法及评定
- JB/T 6229 透平发电机转子气体内冷通风道 检验方法及限值
- JB/T 12681 TYCKK 系列(IP44)高效高压永磁同步电动机 技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.25、GB/T 2900.32、GB/T 2900.36、GB/T 2900.74、GB/T 2900.83 和 GB/T 25123.4 界定的以及以下术语和定义适用于本文件。

3.1

高[电]压 high voltage; HV

高于 1000V（不含）的电压等级。

3.2

高压电机 high-voltage motor

额定电压在 1000V 以上的电机。

注：煤矿行业中使用的额定电压为 1140V 的电动机，尽管其电压超过 1000V，但不纳入本文件所定义的高压电机范围，其安装技术应按 MT/T 451—2011 的规定执行。

4 总体要求

电机设备的安装应遵循安全可靠、施工规范、检测可控和维护便利的原则。安装过程中应严格执行本文件的各项规定，确保设备运行的安全性、稳定性和长期可靠性。

5 高压电机设备保管要求

5.1 放置前应检查和确认枕木垛、卸货台、平台的承载能力。

5.2 高压电机设备应存放在清洁干燥的仓库或厂房内，存放区域的环境温度和湿度应满足产品技术文件要求；当条件不允许时，可就地保管，并应有防火、防水、防潮、防尘、保温、防机械损伤及防止小动物进入等措施。

5.3 存放保管期间，应按照产品技术文件要求定期测量高压电机设备绕组绝缘电阻；当保管条件有变化时，应及时测量绝缘电阻；当发现绝缘电阻值明显下降时，应查明原因，并及时采取处理措施。

5.4 对于运输到现场仍处于封闭状态的高压电机设备，在其周围空间进行施焊或切割等作业前，应做好防火隔离措施，并确认设备的封闭应良好。

5.5 对于需要现场安装的高压电机设备，转子的存放应使大齿处于垂直方向，不得使护环受力。保管期间应每月检查一次轴颈、铁芯、集电环等部位不得有锈蚀，并按产品技术文件要求定期盘动转子。

6 高压电机设备安装线路电缆要求

6.1 额定电压和额定电流、电机的工作制确定。电缆型号应依据电机绕组电压等级和电流大小选择。

6.2 导线电流密度应满足 GB 50217 的相关规定，铜芯导线电流密度不大于 $7.5\text{A}/\text{mm}^2$ ，铝芯导线电流密度不大于 $5\text{A}/\text{mm}^2$ 。

6.3 架空输电线路导线的选择，安全允许电流值应为实际工作电流的 1.5 倍。

6.4 高压接户线的档距不应大于 40m，受电端的对地距离不应小于 4m。

6.5 由电杆直接引入室内进户点的导线长度不应超过 25m。

6.6 电缆直埋深度不应小于 0.7m，位于车行道和耕地下时，深度不得小于 1m。

- 6.7 电缆之间及电缆与建筑物、树木等应保持一定的安全距离。10kV 及以下电缆平行安装时相互净距不应小于 0.1m；10kV~35kV 不应小于 0.25m；交叉时距离不应小于 0.5m。
- 6.8 在需要保护电缆或避免外界干扰的场合，应采用管沟敷设。管沟应有良好的排水和防腐措施。
- 6.9 室内电气线路不应使用裸线或漆包线。
- 6.10 室内线路敷设方式，应采用明装或暗装两种方式。绝缘导线应采用瓷夹板固定。
- 6.11 线路应与建筑物平行，其距地面水平高度不应小于 2.5m，垂直线路不应低于 2m。
- 6.12 高压电缆、动力电缆、控制电缆应分开敷设，动力电缆和信号电缆应分层铺设。若无法分层也应用隔板相隔 200mm 分开，变频器到电机的电缆应采用变频电缆。

7 高压电机设备安装建筑基础要求

7.1 高压电机设备安装前，建筑工程应具备下列条件：

- 屋顶、楼板应已施工完毕，不得渗漏；
- 配电室的门、窗应安装完毕；室内地面基层应施工完成，并在墙上标明地面标高；设备底座及母线构架安装后，其周围地面应抹平压光；室内接地应按设计要求施工完成；
- 预埋件及预留孔应符合设计要求，预埋件应牢固；
- 室内装饰时可能损坏已安装设备或设备安装后不能再进行装饰的工作应全部结束；
- 混凝土基础及结构支架应达到允许安装的强度和刚度，设备支架焊接质量应符合 GB 50231 的规定；
- 施工设施及杂物应清除干净，并应有足够的安装场地，施工道路应通畅；
- 高层构架的走道板、栏杆、平台及梯子等应齐全、牢固；
- 基坑应已回填夯实；
- 建筑物、混凝土及结构支架等建筑工程应通过初步验收合格，并已办理交付安装的中间交接手续。

7.2 与高压电机设备安装有关的建筑工程质量，应符合 GB/T 50300 的规定。

7.3 高压电机设备安装前应进行基础检查验收，未经验收合格的基础，不得进行设备安装。

7.4 高压电机设备基础的位置和尺寸应按照表 1 进行复检：

表 1 高压电机设备基础位置和尺寸的允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
坐标位置		20
不同平面的标高		[-20, 0]
平面外形尺寸		[-20, 20]
凸台上平面外形尺寸		[-20, 0]
凹穴尺寸		[0, 20]
平面的水平度	每米	5
	全长	10
垂直度	每米	5
	全高	10

表 1 高压电机设备基础位置和尺寸的允许偏差（续）

项目		允许偏差（mm）
预埋地脚螺栓	标高	[0, 20]
	中心距	[-2, 2]
预埋地脚螺栓孔	中心线位置	10
	深度	[0, 20]
	孔壁垂直度	10
预埋活动地脚螺栓锚板	标高	[0, 20]
	中心线位置	5
	带槽锚板的水平度	5
	带螺纹孔锚板的水平度	2

注：1. 检查坐标、中心线位置时，应沿纵、横两个方向测量，并取其中的最大值；

2. 预埋地脚螺栓的标高，应在其顶部测量；

3. 预埋地脚螺栓的中心距，应在根部和顶部测量；

4. 基础有预压和沉降观测要求时，应经预压合格，并应有预压和沉降观测的记录；

5. 安装工程施工中拟利用建筑结构作为起吊、搬运设备的承力点时，应对建筑结构的承载能力进行核算，并应经设计单位或建设单位同意方可使用。

7.5 高压电机设备安装精度的偏差，应符合下列要求：

- a) 能补偿受力或温度变化后所引起的偏差；
- b) 能补偿使用过程中磨损所引起的偏差；
- c) 使转动平稳；
- d) 有利于提高工件的加工精度。

7.6 安装预留孔中的地脚螺栓，应符合下列要求：

- a) 地脚螺栓在安放前，应将预留孔中的杂物清理干净；
- b) 地脚螺栓在预留孔中应垂直；
- c) 地脚螺栓上的油污和氧化皮等应清除干净，螺纹部分应涂上油脂；
- d) 螺母与垫圈、垫圈与设备底座间的接触均应紧密；
- e) 拧紧螺母后、螺栓应露出螺母，其露出的长度应为 2~3 个螺距；
- f) 应在预留孔中的混凝土达到设计强度的 75% 以上后拧紧地脚螺栓，各螺栓的拧紧力应均匀。

7.7 找正调平机械设备用的垫铁，应符合随寄技术文件的规定。

7.8 当机械设备的载荷由垫铁组承受时，垫铁组的安放应符合下列要求：

- a) 每个地脚螺栓的旁边应至少有一组垫铁；
- b) 垫铁组在能放稳和不影响灌浆的条件下，应放在靠近地脚螺栓和底座主要受力部位下方；
- c) 相邻两垫铁组间的距离，应为 500mm~1000mm；
- d) 设备底座有接缝处的两侧，应各安放一组垫铁；

7.9 垫铁组的使用，应符合下列要求：

- a) 承受载荷的垫铁组，应使用成对斜垫铁；

- b) 承受重负荷或有连续振动的设备，应使用平垫铁；
 - c) 每一垫铁组的块数不应超过 5 块；
 - d) 放置平垫铁时，厚的放在下面，薄的放在中间；
 - e) 垫铁的厚度不应小于 2mm；
 - f) 除铸铁垫铁外，各垫铁相互间应用定位焊焊牢。
- 7.10 每一垫铁组应放置整齐平稳，并接触良好。机械设备调平后，每组垫铁均应压紧，并应用手锤逐组轻击听音检查。对高速运转机械设备的垫铁组，采用 0.05 mm 塞尺检查垫铁之间和垫铁与设备底座面之间的间隙时，在垫铁同一断面两侧塞入的长度之和不应大于垫铁长度或宽度的 1/3。
- 7.11 机械设备调平后，垫铁端面应露出设备底面外缘；平垫铁应露出 10mm~30mm；斜垫铁应露出 10mm~50mm。垫铁组伸入设备底座底面的长度应超过设备地脚螺栓的中心。
- 7.12 安装在金属结构上的设备调平后，其垫铁均应与金属结构用定位焊焊牢。
- 7.13 高压电机设备安装前，配电装置区主接地网应完成施工。
- 7.14 高压电机设备的接地系统应符合 GB 50169 的规定。
- 7.15 对于需要现场安装的高压电机设备，其定子和转子在起吊和搬运应符合下列规定：
- a) 受力点位置应符合产品技术文件要求；
 - b) 转子起吊时，护环、轴颈、小护环、风扇、集电环、槽楔、风斗不得作为着力点；
 - c) 轴颈应包扎保护，吊带不得与风扇、集电环、转子的槽、风斗碰触。吊带与转子的绑扎部位应垫好可靠的垫块；
 - d) 起吊转子时，吊索应选用柔性吊装带，不应将吊索绑在集电环、换向器或轴承等不应承重受力的部位；起吊定子和穿转子时，不应碰伤定子绕组和铁芯。

8 高压电机设备安装前检查要求

- 8.1 高压电机设备应符合国家高压电机设备技术标准或订货合同规定，应附有出厂检验和合格证。
- 8.2 高压电机设备的指标应符合国家现行技术标准的规定，同时应满足订货技术条件的要求，设备应有铭牌及合格证明文件。
- 8.3 高压电机设备到达安装现场后应及时作下列检查：
- a) 包装及密封应良好；
 - b) 开箱检查清点，规格应符合设计要求，附件、备件应齐全；
 - c) 产品的技术资料应齐全；

9 高压电机设备安装要求

- 9.1 高压电机设备的瓷件质量应符合 GB/T 772、GB/T 8287.1、GB/T 8287.2、GB/T 4109 及签订技术条件的规定。
- 9.2 高压电机设备安装用紧固件应采用紧固件应采用镀锌等可靠防腐措施或不锈钢制品，户外用紧固件采用镀锌制品时应采用热镀锌工艺；外露地脚螺栓应采用热镀锌制品；电气接线端子用紧固件应符合 GB 5273 的规定。
- 9.3 接线端子连接应符合 DL/T 765.1 安装规定的规定。
- 9.4 螺栓或螺钉联接紧固时，应符合下列要求：
- a) 螺栓紧固时，应采用呆扳手，不得使用打击法和超过螺栓的许用应力；
 - b) 多只螺栓或螺钉联接同一装配件紧固时，各螺栓或螺钉应交叉、对称和均匀地拧紧。当有定位销时应从靠近该销的螺栓或螺钉开始均匀拧紧；

- c) 螺栓头、螺母与被连接件的接触应紧密；对接触面积和接触间隙有特殊要求时，尚应按规定要求进行检验；
- d) 螺栓与螺母拧紧后，螺栓应露出螺母 2~3 个螺距，其支承面应与被紧固零件贴合；沉头螺钉拧紧后，沉头应埋入机件内，不得外露；
- e) 有锁紧要求的螺栓，拧紧后应按其规定进行锁紧；用双螺母锁紧时，应先装薄螺母后装厚螺母；每个螺母下面不得用两个相同的垫圈。

9.5 精制螺栓和高强度螺栓装配前，应按设计要求检验螺孔直径的尺寸和加工精度。

9.6 高强度螺栓的装配，应符合下列要求：

- a) 高强度螺栓在装配前，应按设计要求检查和处理被联接件的接合面；装配时，接合面应保持干燥，严禁在雨中进行装配；
- b) 不得用高强度螺栓兼做临时螺栓；
- c) 安装高强度螺栓时，不得强行穿入螺栓孔；当不能自由穿入时，该孔应用铰刀修整，铰孔前应将四周螺栓全部拧紧，修整后孔的最大直径应小于螺栓直径的 1.2 倍；
- d) 组装螺栓联接副时，垫圈有倒角的一侧应朝向螺母支撑面；
- e) 高强度螺栓的初拧、复拧和终拧应在同一天内完成。

9.7 施工用扭矩扳手在每次使用前必须进行校准。其扭矩偏差不得超过 $\pm 5\%$ ，校准合格后方可使用。用于校准的扭矩扳手，其扭矩允许偏差为 $\pm 3\%$ 。

9.8 螺栓拧紧时，只允许在螺母上施加扭矩。

9.9 键的装配应符合下列要求：

- a) 现场配制的各种类型的键，应符合 GB/T 1568 的有关规定；
- b) 键的表面不应有裂纹、浮锈、氧化皮和条痕、凹痕及毛刺，键和键槽的表面粗糙度、平面度和尺寸在装配前均应检验且符合规定；
- c) 平键装配时，键的两端不得翘起。平键与固定键的键槽两侧面应紧密接触，其配合面不得有间隙；
- d) 导向键和半圆键，两个侧面与键槽应紧密接触，与轮毂键槽底面应有间隙；
- e) 楔键和钩头楔键的上、下面，与轴和轮毂的键槽底面的接触面积不应小于 70%，且不接触部分不得集中于一段；外露部分的长度应为斜面长度的 10%~15%；
- f) 切向键的两斜面间以及键的侧面与轴和轮毂键槽的工作面间，均应紧密接触，装配后相互位置应采用销固定；
- g) 花键装配时，同时接触的齿数不应少于 2/3，接触率在键齿的长度和高度方向不应低于 50%；
- h) 间隙配合的平键或花键装配后，相配件应能自由移动，不得出现松紧不均的现象；
- i) 装配时，轴键槽及轮毂键槽轴心线的对称度，应按 GB/T 1184 的对称度公差等级 H、K、L 选取。

9.10 定位销的装配应符合下列要求：

- a) 定位销的型式、规格，应符合随寄技术文件的规定；
- b) 有关联接机件及其几何精度应经调整符合要求后装销；
- c) 销与销孔装配前，应涂抹润滑油脂或防咬合剂；
- d) 装配定位销时不应使销承受载荷，应根据销的性质选择相应的方法装入；销孔的位置应正确；
- e) 圆锥定位销装配时，应与孔进行涂色检查；其接触率不应小于配合长度的 60%，并应分布均匀；
- f) 螺尾圆锥销装入相关零件后，其大端应沉入孔内；

- g) 装配中发现销和销孔不符合要求时，应铰孔，并应另配新销；对配制定位精度要求高的新销，应在机械设备的几何精度符合要求或空负荷试运转合格后进行。

9.11 现场工作人员应满足以下要求：

- a) 经医师鉴定，无妨碍工作的病症（体格检查至少每两年一次）；
- b) 具备必要的安全生产知识和技能，从事电气作业的人员应掌握触电急救等救护法；
- c) 具备必要的电气知识和业务技能，熟悉电气设备及其系统。

9.12 高压电机设备安装工作，应有停电、验电、装设接地线、悬挂标示牌和装设遮栏（围栏）等保证安全的技术措施。

9.13 高压电机设备安装工作，保证安全的技术措施由运行人员或有操作资格的人员执行。

9.14 工作中所使用的绝缘安全器具应满足 GB 26860 的要求。

10 高压电机设备交接试验要求

10.1 对于需要现场安装的大型高压电机应进行电机交接试验，不需要现场安装的中型高压电机不需要进行交接试验。

10.2 高压电机设备投入运行前，应符合下列规定：

- a) 装饰工程应已完成，地面、墙面、构架应无污染；
- b) 二次灌浆和抹面工作应已完成；
- c) 保护性网门、栏杆及梯子等应齐全并保证接地可靠；
- d) 室外配电装置的场地应平整；
- e) 室内外接地应按设计施工完毕，并已验收合格；
- f) 室内通风设备应运行良好；
- g) 受电后无法进行或影响运行安全的工作应施工完毕。

10.3 高压电机设备试运行期间，符合下列情况之一的，高压电机设备应停电：

- a) 检修设备；
- b) 工作人员与高压电机设备的距离小于表 2 规定；
- c) 工作人员与高压电机设备的安全距离大于表 2 的规定，但小于表 3 的规定，同时又无绝缘隔板、安全遮栏等措施的设备；
- d) 带电部分邻近工作人员，且无可靠安全措施的设备；
- e) 其他需要停电的设备。

表 2 工作人员与高压电机设备带电部分的安全距离

电压等级 (kV)	安全距离 (m)
10 (含) 及以下	0.35
10 (不含) 至 35 (含)	0.60

表 3 工作人员与高压电机设备不停电的安全距离

电压等级 (kV)	安全距离 (m)
10 (含) 及以下	0.70
10 (不含) 至 35 (含)	1.00

10.4 同步发电机及调相机交接试验项目，应按表 4 规定执行。

表 4 同步发电机及调相机交接试验项目表

电励磁同步发电机	永磁同步发电机	同步调相机
1. 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比或极化指数； 2. 2.测量定子绕组的直流电阻； 3.定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量； 4.定子绕组交流耐压试验； 5.测量转子绕组的绝缘电阻； 6.测量转子绕组的直流电阻； 7.转子绕组交流耐压试验； 8.测量励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻； 9.励磁回路连同所连接设备的交流耐压试验； 10.测量绝缘轴承和转子进水支座绝缘电阻； 11.测量埋入式测温计的绝缘电阻并检查是否完好； 12.发电机励磁回路的自动灭磁装置试验； 13.测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗； 14.测录三相短路特性曲线； 15.测录空载特性曲线； 16.测量发电机空载额定电压下的灭磁时间常数和转子过电压倍数； 17.测量发电机定子残压； 18.测量相序； 19.测量轴电压。	1.定子绕组、埋置电阻检温计和轴承绝缘电阻的测定； 2.定子绕组、埋置电阻检温计在实际冷态下直流电阻的测定； 3.定子绕组耐电压试验； 4.测录三相短路特性曲线； 5.测录空载特性曲线； 6.测量发电机定子残压； 7.测量相序； 8.测量轴电压； 9.超速试验（当用户有要求时）。	1.测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比或极化指数； 2.测量定子绕组的直流电阻； 3.定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量； 4.定子绕组交流耐压试验； 5.测量转子绕组的绝缘电阻； 6.测量转子绕组的直流电阻； 7.转子绕组交流耐压试验； 8.测量励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻； 9.励磁回路连同所连接设备的交流耐压试验； 10.测量绝缘轴承和转子进水支座绝缘电阻； 11.测量埋入式测温计的绝缘电阻并检查是否完好； 12.励磁回路的自动灭磁装置试验； 13.测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗； 14.测量空载额定电压下的灭磁时间常数和转子过电压倍数； 15.测量定子残压； 16.测量相序； 17.测量轴电压； 18.定子绕组端部动态特性测试； 19.定子绕组端部手包绝缘施加直流电压测量； 20.转子通风试验； 21.水流量试验。

10.4.1 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：

- a) 各相绝缘电阻的不平衡系数不应大于 2；
- b) 对环氧粉云母绝缘吸收比不应小于 1.6。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；
- c) 进行交流耐压试验前，电机绕组的绝缘应满足本条第 1 款、第 2 款的要求；

- d) 测量水内冷发电机定子绕组绝缘电阻，应在消除剩水影响的情况下进行；
- e) 对于汇水管死接地的电机应在无水情况下进行；对汇水管非死接地的电机，应分别测量绕组及汇水管绝缘电阻，测量绕组绝缘电阻时应采用屏蔽法消除水的影响，测量结果应符合制造商的规定；
- f) 交流耐压试验合格的电机，当其绝缘电阻按本文件附录 A 的规定折算至运行温度后（环氧粉云母绝缘的电机在常温下），不低于其额定电压 $1M\Omega/kV$ 时，可不经干燥投入运行。但在投运前不应再拆开端盖进行内部作业。
- 10.4.2 测量定子绕组直流电阻，应符合下列规定：
- a) 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的允许偏差应为 $\pm 3^{\circ}C$ ；
- b) 各相或各分支绕组的直流电阻，在校正引线长度引起的误差后，相互间差别不应超过最小值的 2%；与产品出厂时测得的数值换算至同温度下的数值比较，相对变化不应大于 2%；
- c) 对于现场组装的对接头部位，应在紧固螺栓力矩后检查接触面的连接情况，并应在对拼接头部位现场组装后测量定子绕组直流电阻。
- 10.4.3 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量，应符合下列规定：
- a) 试验电压应为电机额定电压的 3 倍；
- b) 试验电压应按每级 0.5 倍额定电压分阶段升高，每阶段应停留 1min，并应记录泄漏电流；在规定的试验电压下，泄漏电流应符合下列规定：
- 1) 各相泄漏电流最大值应不大于最小值的 2 倍，当最大泄漏电流在 $20\mu A$ 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，可不计及相间差值；
 - 2) 泄漏电流不应随时间延长而增大；
 - 3) 泄漏电流随电压不成比例地显著增长时，应及时停止电机运行，分析查找原因；
 - 4) 当不符合本款第 1) 项、第 2) 项规定之一时，应找出原因并消除。
- c) 氢冷电机应在充氢前试验，严禁在置换氢过程中试验；
- d) 水内冷电机试验时，应采用低压屏蔽法；对于汇水管死接地的电机，现场可不进行该项试验。
- 10.4.4 定子绕组交流耐压试验，应符合下列规定：
- a) 定子绕组交流耐压试验电压，应符合表 5 的规定；
- b) 水内冷电机在通水情况下进行试验，水质应合格；
- c) 大容量发电机交流耐压试验，当工频交流耐压试验设备不满足要求时，可采用谐振耐压代替。

表 5 定子绕组交流耐压试验

额定电压(V)	试验电压(V)
24000 以下	$(1000+2U_n)*0.8$
24000 及以上	与厂家协商

注： U_n 为发电机额定电压。

- 10.4.5 测量转子绕组的绝缘电阻，应符合下列规定：
- a) 转子绕组的绝缘电阻值不应低于 $0.5M\Omega$ ；
- b) 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 5000Ω ；
- c) 当发电机定子绕组绝缘电阻已符合起动要求，转子绕组的绝缘电阻值不低于 2000Ω 时，可允许投入运行；
- d) 超速试验前后应测量额定转速下转子绕组的绝缘电阻；

- e) 测量绝缘电阻时采用兆欧表的电压等级应符合下列规定：
 - 1) 当转子绕组额定电压为 200V 以上时，应采用 2500V 兆欧表；
 - 2) 当转子绕组额定电压为 200V 及以下时，应采用 1000V 兆欧表。
- 10.4.6 测量转子绕组的直流电阻，应符合下列规定：
 - a) 应在冷状态下测量转子绕组的直流电阻，测量时绕组表面温度与周围空气温度之差不应大于 3℃。测量数值与换算至同温度下的产品出厂数值的差值不应超过 2%；
 - b) 显极式转子绕组，应对各磁极绕组测量；当误差超过规定时，还应对各磁极绕组间的连接点电阻测量。
- 10.4.7 转子绕组交流耐压试验，应符合下列规定：
 - a) 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；
 - b) 工地组装的显极式转子，其单个磁极耐压试验应按制造厂规定执行；
组装后的交流耐压试验，应符合下列规定：
 - 1) 额定励磁电压为 500V 及以下电压等级，耐压值应为额定励磁电压的 10 倍，并不应低于 1500V；
 - 2) 额定励磁电压为 500V 以上，耐压值应为额定励磁电压的 2 倍加 4000V。
 - c) 隐极式转子绕组可不进行交流耐压试验，可采用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替交流耐压。
- 10.4.8 测量励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻，应符合下列规定：
 - a) 绝缘电阻值不应低于 0.5MΩ；
 - b) 测量绝缘电阻不应包括发电机转子和励磁机电枢；
 - c) 回路中有电子元器件设备的，试验时应将插件拔出或将两端短接。
- 10.4.9 励磁回路连同所连接设备交流耐压试验，应符合下列规定：
 - a) 试验电压值应为 1000V 或用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替交流耐压试验；
 - b) 交流耐压试验不应包括发电机转子和励磁机电枢；
 - c) 水轮发电机的静止可控硅励磁的试验电压，应按本文件第 6.1.9 条第 2 款的规定执行；
 - d) 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。
- 10.4.10 测量绝缘轴承和转子进水支座的绝缘电阻，应符合下列规定：
 - a) 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；
 - b) 氢冷发电机应测量内外挡油盖的绝缘电阻，应符合制造商的规定。
- 10.4.11 测量埋入式测温计的绝缘电阻并检查是否完好，应符合下列规定：
 - a) 应采用 250V 兆欧表测量测温计绝缘电阻；
 - b) 应对测温计指示值进行核对性检查，且应无异常。
- 10.4.12 电励磁发电机励磁回路的自动灭磁装置试验，应符合下列规定：
 - a) 自动灭磁开关的主回路常开和常闭触头或主触头和灭弧触头的动作配合顺序应符合制造商规定的动作配合顺序；
 - b) 在电励磁发电机空载额定电压下进行灭磁试验，观察灭磁开关灭弧应正常；
 - c) 灭磁开关合分闸电压应符合产品技术文件规定，灭磁开关在额定电压 80% 以上时，应可靠合闸；在 30%~65% 额定电压时，应可靠分闸；低于 30% 额定电压时，不应动作。
- 10.4.13 测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗，应符合下列规定：
 - a) 应在定子膛内外的静止状态下和在超速试验前后的额定转速下分别测量；
 - b) 对于显极式电机，可在膛外对每一磁极绕组测量，测量数值相互比较误差小于 3%；
 - c) 试验时施加电压的峰值不应超过额定励磁电压值；
 - d) 对于无刷励磁机组，当无测量条件时，可不测。
- 10.4.14 测录三相短路特性曲线，应符合下列规定：

- a) 测量数值与产品出厂试验数值比较，应在测量误差内；
- b) 对于发电机变压器组，当有发电机短路特性出厂试验报告时，可只录取发电机变压器组的短路特性，短路点应设在变压器高压侧。
- 10.4.15 测录空载特性曲线，应符合下列规定：
- a) 测量数值与产品出厂试验数值比较，应在测量误差内；
- b) 在额定转速下试验电压的最高值，对于汽轮发电机及调相机应为定子额定电压值的 120%，对于水轮发电机应为定子额定电压值的 130%，但均不应超过额定励磁电流；
- c) 当电机有匝间绝缘时，应进行匝间耐压试验，在定子额定电压值的 130%且不超过定子最高电压下持续 5min；
- d) 对于发电机变压器组，当有发电机空载特性出厂试验报告时，可只录取发电机变压器组的空载特性，电压应加至定子额定电压值的 110%。
- 10.4.16 测量发电机空载额定电压下的灭磁时间常数和转子过电压倍数，应符合下列规定：
- a) 在发电机空载额定电压下测录发电机定子开路时的灭磁时间常数；
- b) 对发电机变压器组，可带空载变压器同时进行。应同时检查转子过电压倍数，并应保证在励磁电流小于 1.1 倍额定电流时，转子过电压值不大于励磁绕组出厂试验电压值的 30%。
- 10.4.17 测量发电机定子残压，应符合下列规定：
- a) 应在发电机空载额定电压下灭磁装置分闸后测试定子残压；
- b) 定子残压值较大时，测试时应采取安全措施。
- 10.4.18 测量发电机相序，应符合发电机相序与电网相序一致。
- 10.4.19 测量轴电压应符合下列规定：
- a) 应分别在空载额定电压时及带负荷后测定；
- b) 汽轮发电机轴承油膜被短路时，轴承与机座间电压值，应接近于转子两端轴上的电压值；
- c) 应测量水轮发电机轴对机座电压。
- 10.4.20 定子绕组端部动态特性测试，应符合下列规定：
- a) 应对 200MW 及以上汽轮发电机测试，200MW 以下的汽轮发电机可根据具体情况确定；
- b) 汽轮发电机和燃气轮发电机冷态下线棒、引线固有频率和端部整体椭圆固有频率避开范围应符合表 6 的规定，并应符合 GB/T 20140 的规定。

表 6 汽轮发电机和燃气轮发电机定子绕组端部局部及整体椭圆固有频率避开范围

额定转速(rpm)	支撑型式	线棒固有频率(Hz)	引线固有频率(Hz)	整体椭圆固有频率(Hz)
3500	刚性支撑	$\leq 95, \geq 106$	$\leq 95, \geq 108$	$\leq 95, \geq 110$
	柔性支撑	$\leq 95, \geq 106$	$\leq 95, \geq 108$	$\leq 95, \geq 112$
3600	刚性支撑	$\leq 114, \geq 127$	$\leq 114, \geq 130$	$\leq 114, \geq 132$
	柔性支撑	$\leq 114, \geq 127$	$\leq 114, \geq 130$	$\leq 114, \geq 134$

- 10.4.21 定子绕组端部手包绝缘施加直流电压测量，应符合下列规定：
- a) 发电机端部引线现场组装的，应在绝缘包扎材料干燥后施加直流电压测量；
- b) 定子绕组施加直流电压值应为发电机额定电压 U_n ；
- c) 所测表面直流电位不应大于制造商规定值；
- d) 厂家已对某些部位进行过试验且有试验记录者，可不进行该部位的试验。
- 10.4.22 转子通风试验方法和限值应按 JB/T 6229 的规定执行。

10.4.23 水流量试验方法和限值应按 JB/T 6228 中的规定执行。

10.4.24 永磁同步发电机需要进行的其他试验方法按照 GB/T 26680 的规定执行。

10.5 直流电机交接试验项目，应按表 7 执行。

表 7 直流电机交接试验项目表

6000kW 以上直流电机	其余直流电机
1. 测量励磁绕组和电枢的绝缘电阻； 2. 测量励磁绕组的直流电阻； 3. 励磁绕组对外壳和电枢绕组对轴的交流耐压试验； 4. 测量励磁可变电阻器的直流电阻； 5. 测量励磁回路连同所有连接设备的绝缘电阻； 6. 励磁回路连同所有连接设备的交流耐压试验； 7. 检查电机绕组的极性及其连接的正确性； 8. 电机电刷磁场中性位置检查； 9. 测录直流发电机的空载特性和以转子绕组为负载的励磁机负载特性曲线； 10. 直流电动机的空载转动检查和空载电流测量。	1. 测量励磁绕组和电枢的绝缘电阻； 2. 测量励磁绕组的直流电阻； 3. 励磁绕组对外壳和电枢绕组对轴的交流耐压试验； 4. 测量励磁可变电阻器的直流电阻； 5. 测量励磁回路连同所有连接设备的绝缘电阻； 6. 检查电机绕组的极性及其连接的正确性； 7. 电机电刷磁场中性位置检查； 8. 直流电动机的空转检查和空载电流测量。

10.5.1 测量励磁绕组和电枢的绝缘电阻值，绝缘电阻值不低于 0.5MΩ。

10.5.2 测量励磁绕组的直流电阻值，与出厂数值差值不大于 2%。

10.5.3 励磁绕组对外壳和电枢绕组对轴的交流耐压试验，应符合下列规定：

- a) 励磁绕组对外壳间应进行交流耐压试验，电枢绕组对轴间应进行交流耐压试验；
- b) 试验电压应为额定电压的 1.5 倍加 750V，且不应小于 1200V。

10.5.4 测量励磁可变电阻器的直流电阻值，应符合下列规定：

- a) 测得的直流电阻值与产品出厂数值比较，差值不应超过 10%；
- b) 调节过程中励磁可变电阻器应接触良好，无开路现象，电阻值变化应有规律性。

10.5.5 测量励磁回路连同所有连接设备的绝缘电阻，应符合下列规定：

- a) 励磁回路连同连接设备的绝缘电阻值不应低于 0.5MΩ；
- b) 测量绝缘电阻不应包括励磁调节装置回路。

10.5.6 励磁回路连同所有连接设备的交流耐压试验，应符合下列规定：

- a) 试验电压值应为 1000V 或用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替交流耐压试验；
- b) 交流耐压试验不应包括励磁调节装置回路。

10.5.7 检查电机绕组的极性及其连接，确保正确。

10.5.8 电机电刷磁场中性位置检查，应符合下列规定：

- a) 应调整电机电刷的中性位置，且应正确；
- b) 应满足良好换向要求。

10.5.9 测录直流发电机的空载特性和以转子绕组为负载的励磁机负载特性曲线，应符合下列规定：

- a) 测录曲线与产品出厂试验资料比较，应无明显差别；
- b) 励磁机负载特性应与同步发电机空载和短路试验同时测录。

10.5.10 直流电动机空转检查和空载电流测量，应符合下列规定：

- a) 空载运转时间不应小于 30min，电刷与换向器接触面应无明显火花；
- b) 记录直流电机空载电流。

10.6 交流电动机的试验项目，应按表 8 执行。

表 8 交流电动机交接试验项目表

电励磁交流电动机	永磁交流电动机
1. 测量绕组绝缘电阻和吸收比； 2. 测量定子和转子绕组的直流电阻； 3. 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量； 4. 定子绕组交流耐压试验； 5. 转子绕组交流耐压试验； 6. 测量可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的绝缘电阻； 7. 测量可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的直流电阻值； 8. 测量电动机轴承的绝缘电阻； 9. 检查定子绕组的相序及其连接正确性； 10. 电机电刷磁场中性位置检查； 11. 水冷电机需进行水流量检查； 12. 转子动平衡检查。	1. 测量绕组绝缘电阻和吸收比； 2. 测量定子绕组的直流电阻； 3. 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量； 4. 定子绕组交流耐压试验； 5. 检查定子绕组的相序及其连接正确性； 6. 测量电动机轴承的绝缘电阻； 7. 匝间绝缘耐冲击电压试验； 8. 振动的测定； 9. 噪声的测定； 10. 定子绕组在实际冷态下直流电阻的测定； 11. 空载电流的测定； 12. 空载反电动势的测定； 13. 旋转方向的检查； 14. 水冷电机需进行水流量检查； 15. 转子动平衡检查。

10.6.1 测量绕组绝缘电阻和吸收比，应符合下列规定：

- a) 折算至运行温度时的绝缘电阻值，定子绕组不应低于 $1\text{M}\Omega/\text{kV}$ ，转子绕组不应低于 $0.5\text{M}\Omega/\text{kV}$ 。
- b) 绝缘电阻温度换算可按本文件附录 A 的规定执行；
- c) 测量吸收比，吸收比不应低于 1.2，中性点可拆开的应分相测量；
- d) 进行交流耐压试验时，绕组的绝缘应满足本条第 1 款和第 2 款的规定；
- e) 交流耐压试验合格的电动机，当绝缘电阻折算至运行温度后，环氧粉云母绝缘的电动机在常温下不低于其额定电压 $1\text{M}\Omega/\text{kV}$ 时，可不经干燥投入运行，但投运前不应再拆开端盖进行内部作业。

10.6.2 测量绕组的直流电阻，应符合下列规定：

- a) 折算至运行温度时的绝缘电阻值，定子绕组不应低于 $1\text{M}\Omega/\text{kV}$ ，转子绕组不应低于 $0.5\text{M}\Omega/\text{kV}$ ；
- b) 电机各相绕组直流电阻值相互差别，不应超过其最小值的 2%；
- c) 中性点未引出的电动机可测量线间直流电阻，其相互差别不应超过其最小值的 1%；
- d) 特殊结构的电动机各相绕组直流电阻值与出厂试验值差别不应超过 2%。

10.6.3 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量，应符合下列规定：

- a) 定子绕组应分相进行直流耐压试验；
- b) 试验电压应为定子绕组额定电压的 3 倍。在规定试验电压下，各相泄漏电流的差值不应大于最小值的 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，可不计及各相间差值；
- c) 试验应符合本文件第 4.0.5 条的规定；中性点连线未引出的可不进行此项试验。

10.6.4 电动机定子绕组的交流耐压试验电压，应按 $0.8(1000+2U_n)$ 计算， U_n 为电机额定电压。

10.6.5 电励磁交流电动机的转子绕组交流耐压试验电压，应符合表 9 的规定。

表 9 电励磁交流电动机转子绕组交流耐压试验电压

转子工况	试验电压 (V)
不可逆的	$1.5U_k+750$
可逆的	$3.0U_k+750$

注： U_k 为转子静止时，在定子绕组上施加额定电压，转子绕组开路时测得的电压。

- 10.6.6 电励磁交流电动机转子绕组的交流耐压试验，应符合下列规定：
- 试验电压值应为额定励磁电压的 7.5 倍，且不应低于 1200V；
 - 试验电压值不应高于出厂试验电压值的 75%。
- 10.6.7 测量可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的绝缘电阻，当与回路一起测量时，绝缘电阻值不应低于 $0.5M\Omega$ 。
- 10.6.8 测量可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的直流电阻值，应符合下列规定：
- 测得的直流电阻值与产品出厂数值比较，差值不应超过 10%；
 - 调节过程中应接触良好，无开路现象，电阻值变化应有规律性。
- 10.6.9 测量电动机轴承的绝缘电阻，应符合下列规定：
- 当有油管路连接时，应在油管安装后，采用 1000V 兆欧表测量；
 - 绝缘电阻值不应低于 $0.5M\Omega$ 。
- 10.6.10 检查定子绕组的相序及其连接正确性，应符合下列规定：
- 定子绕组的相序及其连接应正确；
 - 中性点未引出者可不检查极性。
- 10.6.11 永磁交流电动机需要进行的其他试验方法按照 GB/T 22669 和 JB/T 12681 的规定执行。

附录 A

(资料性)

绝缘电阻温度换算

A.1 对于热塑性绝缘材料，绝缘电阻值换算至运行温度的公式为：

$$R_t = R \times 2^{\frac{75-t}{10}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

R_t ——当温度为 $t^\circ\text{C}$ 时的绕组绝缘电阻值；

R ——绕组热状态的绝缘电阻值；

t ——测量时的温度。

A.2 对于 B 级热固性绝缘材料，绝缘电阻值换算至运行温度的公式为：

$$R_t = R \times 1.6^{\frac{100-t}{10}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

R_t ——当温度为 $t^\circ\text{C}$ 时的绕组绝缘电阻值；

R ——绕组热状态的绝缘电阻值；

t ——测量时的温度。

A.3 另一个通用的换算公式为：

$$R_{20} = K_t \times R_t \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

R_{20} —— 20°C 时的绝缘电阻值；

K_t ——温度校正系数（换算系数）；

R_t ——当温度为 $t^\circ\text{C}$ 时的绕组绝缘电阻值。