

ICS 29.240.30
UNSPSC 39.12.10
CCS K 60



团 体 标 准

T/UNP 654—2025

新型电力系统综合自动化试验台技术规范

Technical specification for new power system integrated automation testbed

2025 - 05 - 07 发布

2025 - 05 - 07 实施

中国联合国采购促进会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
4.1 外观	1
4.2 材料	2
4.3 功能要求	2
4.4 性能要求	3
5 试验方法	4
5.1 外观	4
5.2 材料	4
5.3 功能要求	4
5.4 性能要求	5
6 检验规则	6
6.1 抽样方法	6
6.2 出厂检验	6
6.3 型式检验	6
6.4 判定规则	6
7 标签、包装、运输和贮存	6
7.1 标签	6
7.2 包装	7
7.3 运输	7
7.4 贮存	7

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。

本文件由武汉华大电力自动技术有限责任公司提出。

本文件由中国联合国采购促进会归口。

本文件起草单位：武汉华大电力自动技术有限责任公司、武汉特试特科技有限公司、格瑞美科技（武汉）有限公司、武汉维康科技有限责任公司、武汉义方德电力科技有限公司。

本文件主要起草人：吴玉清、董庆、何晖、罗骅、韩萍萍。

引 言

为助力中国企业参与国际贸易,推动企业高质量发展,中国联合国采购促进会依托联合国采购体系,制定服务于国际贸易的系列标准,这些标准在国际贸易过程中发挥了越来越重要的作用,对促进贸易效率提升,减少交易成本和不确定性,确保产品质量与安全,增强消费者信心具有重要的意义。

联合国标准产品与服务分类代码(UNSPSC, United Nations Standard Products and Services Code)是联合国制定的标准,用于高效、准确地对产品和服务进行分类。在全球国际化采购中发挥着至关重要的作用,它为采购商和供应商提供了一个共同的语言和平台,促进了全球贸易的高效、有序发展。

围绕UNSPSC进行相关产品、技术和服务团体标准的制定,对助力企业融入国际采购,提升国际竞争力具有十分重要的作用和意义。

本文件采用UNSPSC分类代码由6位组成,对应原分类中的大类、中类和小类并用小数点分割。

本文件UNSPSC代码为“39.12.10”,由3段组成。其中:第1段为大类,“39”表示“电气系统和照明以及组件和配件和用品”,第2段为中类,“12”表示“电气设备、组件和用品”,第3段为小类,“10”表示“电力调节设备”。

新型电力系统综合自动化试验台技术规范

1 范围

本文件规定了新型电力系统综合自动化试验台的技术要求、试验方法、检验规则、标签、包装、运输和贮存。

本文件适用于新型电力系统综合自动化试验台（以下简称“试验台”）的生产与检验。

2 规范性引用文

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 726 往复式内燃机 旋转方向、气缸和气缸盖上气门的标志及直列式内燃机右机、左机和发动机方位的定义

GB/T 1029 三相同步电机试验方法

GB/T 1094.5 电力变压器 第5部分：承受短路的能力

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 7409.4 同步电机励磁系统 第4部分：中小型同步电机励磁系统技术要求

GB/T 7676.1 直接作用模拟指示电测量仪表及其附件 第1部分：定义和通用要求

GB/T 9361 计算机场地安全要求

GB/T 9813.1 计算机通用规范 第1部分：台式微型计算机

GB/T 10069.1 旋转电机噪声测定方法及限值 第1部分：旋转电机噪声测定方法

GB/T 11210 硫化橡胶或热塑性橡胶 抗静电和导电制品 电阻的测定

GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T 21671 基于以太网技术的局域网（LAN）系统验收测试方法

GB/T 26862 电力系统同步相量测量装置检测规范

GB 38755 电力系统安全稳定导则

GB/T 40294 确定电励磁同步电机参数的试验方法

DL/T 478 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL/T 553 电力系统动态记录装置通用技术条件

DL/T 843 大型汽轮发电机励磁系统技术条件

DL/T 1013 大中型水轮发电机微机励磁调节器试验导则

DL/T 1041 电力系统电磁暂态现场试验导则

DL/T 1231 电力系统稳定器整定试验导则

DL/T 1348 自动准同期装置通用技术条件

DL/T 5003 电力系统调度自动化设计规程

HG/T 2006 热固性和热塑性粉末涂料

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 技术要求

4.1 外观

- 4.1.1 试验台表面应光滑平整，不应存在凸起、凹陷、毛刺和裂痕等缺陷。
- 4.1.2 试验台外观颜色应色调柔和，不应出现斑点、气泡和锈蚀等现象。

4.2 材料

- 4.2.1 柜体应采用采用喷塑钢材，满足强度与结构支撑需求，喷塑层均匀且有防护性能。
- 4.2.2 台面上应铺设防静电的绝缘橡皮。

4.3 功能要求

4.3.1 励磁控制

- 4.3.1.1 应支持自励、他励、手动励磁三种模式。
- 4.3.1.2 应具备恒电压、恒电流、恒无功、恒 α 四种控制方式。
- 4.3.1.3 应具备励磁电流反时限延时过励限制、最大励磁电流瞬时限制、欠励限制、伏/赫限制四种励磁限制功能。
- 4.3.1.4 应具备抑制低频振荡功能。
- 4.3.1.5 应具备实时波形观测及录波功能。

4.3.2 同期控制

装置合闸误差角度不应超过 $\pm 1^\circ$ 。

4.3.3 调速控制方式

实验台应具有水轮机方式、汽轮机方式、单纯调速方式、柴油机方式、恒功率方式、恒电枢电流方式、恒控制角方式、柴油机调速方式8种调速控制方式。

4.3.4 参数范围

- 4.3.4.1 原动机电流表应为 $0\text{ A}\sim 20\text{ A}$ ，1.5极精度，励磁系统电流表应为 $0\text{ A}\sim 7.5\text{ A}$ ，1.5极精度。
- 4.3.4.2 原动机电压表应为 $0\text{ V}\sim 250\text{ V}$ ，1.5级精度，发电机电压表应为 $0\text{ V}\sim 450\text{ V}$ ，1.5极精度，系统电压表应为 $0\text{ V}\sim 150\text{ V}$ ，1.5极精度，开关站电压表应为 $0\text{ V}\sim 450\text{ V}$ ，1.5极精度，原动机励磁电压表应为 $0\text{ V}\sim 250\text{ V}$ ，1.5极精度。
- 4.3.4.3 A、B、C三相电流应为 $0\text{ A}\sim 7.5\text{ A}$ 、 $7.5\text{ A}/5\text{ A}$ 、1.5极精度，有功功率应为 $0\text{ kW}\sim 5\text{ kW}$ 、 $7.5\text{ A}/5\text{ A}$ 、 $380\text{ V}/100\text{ V}$ 、2.5极精度，无功功率应为 $0\text{ kW}\sim 4\text{ kW}$ 、 $7.5\text{ A}/5\text{ A}$ 、 $380\text{ V}/100\text{ V}$ 、2.5极精度。

4.3.5 电力网络仿真

- 4.3.5.1 模拟输电线路应采用双回路远距离输电线路模型，每回路分两段，并设中间设开关站，使发电机与系统之间可构成四种不同联络阻抗。
- 4.3.5.2 模拟输电线路第一回路的每相单位长度电抗应为 $20\ \Omega$ ，第二回路的每相单位长度电抗应为 $40\ \Omega$ 。
- 4.3.5.3 模拟输电线路短路点的N相对发电机中性点电抗应为 $8\ \Omega$ 。
- 4.3.5.4 模拟输电线路短路点的N相对无穷大电源的中性点电抗应为 $12\ \Omega$ ；

4.3.6 可视化与交互

- 4.3.6.1 触控式一体机应实时显示调速、励磁、输电线路等模块状态参数。
- 4.3.6.2 应支持参数修改、波形观测、录波数据导出功能。

4.3.7 多机联网

试验台应具备联网功能，支持多台实验台通过微机监控实验台构成可变的的多机环型电力网络，电力系统综合自动化的遥测、遥信、遥控、遥调等功能。

4.3.8 一键开/停机

应具备一键开/停机功能，试验台的原动机、励磁系统、发电机等设备可立即实现正常启动，通讯、监控、观测等功能开启与停止。

4.3.9 过载与故障保护

4.3.9.1 应具备过电压保护，定子过压动作值不应超过额定电压的 110%。

4.3.9.2 短路电抗应采用不饱和设计。

4.4 性能要求

4.4.1 噪音

同轴机组的噪声值不应大于 80 dB。

4.4.2 励磁性能

4.4.2.1 同步发电机励磁应符合 GB/T 7409.4 的规定。

4.4.2.2 同步发电机励磁系统标称响应比为 0.05 s~1 s。

4.4.2.3 负载突变后，同步发电机励磁系统电压恢复时间不应大于 2.5 s。

4.4.2.4 动态响应时间不应超过 0.5 s，超调量应小于 5%，低频振荡幅值应衰减至 10%，采样率应高于 1 kHz

4.4.3 测量误差

发电机功角测量误差应小于 1°，功率测量误差不应大于 0.5%，转速测量误差不应大于 0.2%。

4.4.4 电压调节

4.4.4.1 发电机单机电压调节范围应为 20%~120%，发电机单机试验电压调节范围应为 20%~130%，发电机并网电压调节范围应为 85%~120%。

4.4.4.2 发电机电压调节精度应为 0.5%。

4.4.5 功率特性

发电机的输出功率应能在 0~100% 额定功率范围内调整。

4.4.6 频率特性

发电机在频率变化 ±1% 时，电压变化应小于 ±0.05%。

4.4.7 绝缘电阻

绝缘电阻应符合 GB/T 5226.1 的规定。

4.4.8 变压器保护

变压器保护功能应符合 GB/T 14285 的规定。

4.4.9 耐压性

耐压性应符合 GB/T 5226.1 的规定。

4.4.10 可靠性

试验台应连续运行 72 h 无故障。

4.4.11 静态稳定性

静态稳定性储备系数不应低于 15%。

4.4.12 环境适应性

试验台应在 -10 °C ~ +55 °C 条件下正常工作。

4.4.13 动态响应性能

4.4.13.1 微机励磁单元起励超调小于额定功率的 10%，调差率在 ±15% 范围内可调。

4.4.13.2 试验台指令传输延迟不应大于 100 ms。

5 试验方法

5.1 外观

外观试验按GB/T 726的规定执行。

5.2 材料

5.2.1 高质量钢材喷塑材料试验按HG/T 2006的规定执行。

5.2.2 防静电绝缘橡皮试验按GB/T 11210的规定执行。

5.3 功能要求

5.3.1 励磁控制

5.3.1.1 励磁模式切换试验按DL/T 1013的规定执行。

5.3.1.2 响应试验按DL/T 843的规定执行。

5.3.1.3 励磁限制试验按DL/T 1013的规定执行。

5.3.1.4 电力系统稳定器试验按DL/T 1231的规定执行。

5.3.1.5 实时波形观测及录波试验按DL/T 553的规定执行。

5.3.2 同期控制

角差定值试验、自动准同期试验按DL/T 1348的规定执行。

5.3.3 调速控制方式

调速控制方式试验按以下步骤执行：

- a) 针对每种调速控制方式，设定多组不同目标参数值，启动实验台运行，利用转速表、功率分析仪等专业测量仪器检测实际运行参数，记录与目标参数的偏差及稳定范围；
- b) 运行中调整负载，获取实验台依负载变化自动调节后的运行参数，确保参数变化契合对应调速控制方式理论特性，维持稳定运行；
- c) 对涉及动态调节的调速控制方式，实施快速参数调整或负载突变，测量动态响应速度、调节时间，将超调、振荡控制在规定阈值内；
- d) 模拟过载、过流、过热等异常，触发各调速控制方式下保护机制，实现切断电源或发出报警信号；
- e) 每种调速控制方式下使实验台持续运行，监测设备无过热、异常噪音、部件磨损现象，保障运行参数始终处于正常范围。

5.3.4 参数范围

电流表、电压表、功率分析仪精度试验按GB/T 7676.1的规定执行。

5.3.5 电力网络仿真

电力网络仿真试验按GB/T 14285的规定执行。

5.3.6 可视化与交互

参数修改、波形观测、录波数据导出试验按DL/T 478的规定执行。

5.3.7 多机联网

遥测、遥信、遥控、遥调试验按DL/T 5003的规定执行。

5.3.8 一键开/停机

5.3.8.1 确认试验台各部件连接无误，电气元件正常后接通试验台电源，按下一键开机按钮，记录原动机转速、发电机电压、频率、功率等参数变化，检查辅助设备及通讯、监控、观测等功能状况。

5.3.8.2 确认试验台状态适合停机后按下一键停机按钮，记录发电机、励磁系统、原动机停机顺序和状态，包括发电机电压降低情况、频率下降情况、原动机减速过程，停机后检查设备是否停止运行。

5.3.9 过载与故障保护

5.3.9.1 定子过电压保护试验按 GB/T 14285 的规定执行。

5.3.9.2 短路电抗试验按 GB/T 1094.5 的规定执行。

5.4 性能要求

5.4.1 噪音

同轴机组的噪音试验按 GB/T 10069.1 的规定执行。

5.4.2 励磁系统

励磁试验按 GB/T 40294 的规定执行。

5.4.3 测量误差

测量误差试验按 GB/T 26862 的规定执行。

5.4.4 电压调节

电压调节试验按 GB/T 1029 的规定执行。

5.4.5 功率特性

功率特性试验按 DL/T 1041 的规定执行。

5.4.6 频率特性

5.4.6.1 设备选择

频率特性试验所需设备包括：

- a) 调节精度不低于 $\pm 0.01\%$ 频率发生器；
- b) 测量精度不低于 $\pm 0.01\%$ 电压测量仪器（如电压表、功率分析仪等）；
- c) 数据采集系统。

5.4.6.2 试验步骤

频率特性试验步骤按下列要求进行：

- a) 初始状态设置：将被测试设备或系统调整到正常运行状态，记录初始的频率 f_0 和电压 U_0 ；
- b) 频率增加试验：使用频率发生器将频率从初始值 f_0 增加 1%，等待系统稳定后（稳定时间可根据设备特性确定，不宜少于 1 min），测量此时的电压 U_1 ，判断 ΔU_1 是否小于 +0.05%。电压变化率计算见公式（1）；

$$\Delta U_1 = \frac{U_1 - U_0}{U_0} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

ΔU_1 ——电压变化率；

U_1 ——增加试验测量电压；

U_0 ——初始电压。

- c) 频率降低试验：将频率从初始值 f_0 降低 1%，同样等待系统稳定后，测量此时的电压 U_2 ，判断 ΔU_2 是否大于 -0.05%。

5.4.7 绝缘电阻

绝缘电阻试验按 GB/T 5226.1 的规定执行。

5.4.8 变压器保护

变压器保护试验按 GB/T 14285 的规定执行。

5.4.9 耐压性

耐压性试验按 GB/T 5226.1 的规定执行。

5.4.10 可靠性

可靠性试验按 GB/T 9813.1 的规定执行。

5.4.11 静态稳定性

静态稳定试验按 GB 38755 的规定执行。

5.4.12 环境适应性

5.4.12.1 低温试验按 GB/T 2423.1 在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下运行 2 h。

5.4.12.2 高温试验按 GB/T 2423.2 在 $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下运行 2 h。

5.4.13 动态响应性能

5.4.13.1 起励特性试验、电压调差率测量试验按 DL/T 843 的规定执行。

5.4.13.2 指令传输延迟试验按 GB/T 21671 的规定执行。

6 检验规则

6.1 抽样方法

抽样检验数量应符合表1的规定。

表 1 抽样检验数量

批量产品数量 (n) 件	抽样产品数量 (p) 件
$n < 500$	4
$500 \leq n < 20000$	$4 + 1.5 \times n / 1000$
$n > 20000$	$19 + 0.75 \times n / 1000$

6.2 出厂检验

6.2.1 产品出厂前应进行出厂检验，经质量检验部门检验合格并签发产品合格证后方可出厂。

6.2.2 出厂检验的项目包括但不限于本文件的 4.1、4.2。

6.3 型式检验

6.3.1 连续正常生产时，型式检验每半年进行一次，有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制及转厂生产定型鉴定时；
- 正式投产后，如材料、工艺有重大改变或更换主要生产设备，可能影响产品的质量时；
- 出厂检验与上一次型式检验有较大差异时；
- 产品长期（6个月及以上）停产，恢复生产时；
- 国家有关机构要求进行型式检验。

6.3.2 型式检验项目为本文件第 4 章中规定的全部内容。

6.3.3 型式检验的样本，应按 6.1 的抽样方法从出厂检验合格的产品中抽取。

6.4 判定规则

6.4.1 出厂检验中的检验项目都符合要求，则判为合格。

6.4.2 型式检验中的检验项目都符合要求，则判为型式检验合格。在型式检验中，若出现不合格项，允许加倍抽样复检，若复检仍出现不合格项，则判定型式检验不合格。

7 标签、包装、运输和贮存

7.1 标签

7.1.1 标签应醒目、牢固，字迹应清晰、不易褪色。

7.1.2 标签应至少包括以下内容：

- a) 制造厂名称或商标；
- b) 产品名称；
- c) 产品执行标准；
- d) 牌号；
- e) 批号；
- f) 产品规格或型号；
- g) 长度；
- h) 重量；
- i) 尺寸精度级别。

7.1.3 外包装箱上标签不应易洗刷或脱落，标签内容应包括：

- a) 产品名称、型号、发货厂；
- b) 地址、到站；
- c) 尺寸（长×宽×高）及毛重；
- d) 包装箱外，标有“防潮”、“向上”标志字样。

7.2 包装

7.2.1 试验台的包装材料应具备防尘、防潮、防水性能。

7.2.2 包装箱内应附有测试软件、使用手册、检验报告、附件、产品安装说明书、随行备附件清单以及产品检验合格证。

7.2.3 试验台包装应根据包装件尺寸和质量采取加固措施。

7.3 运输

试验台在运输过程中应保持环境温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%，具有防止雨雪淋袭的保护措施。

7.4 贮存

7.4.1 试验台贮存地应符合 GB/T 9361 中 B 类安全要求。

7.4.2 试验台应贮存在环境温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85% 的室内。

7.4.3 试验台贮存地应无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性物品，无爆炸危险，无腐蚀性气体及导电尘埃，无剧烈振动源。
