



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

风能发电系统 风力发电机组液压系统

Wind energy generation systems—Hydraulic system of wind turbines

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 系统要求	2
4.1 系统基本要求	3
4.2 系统设计的要求	3
4.3 系统装配要求	3
4.4 系统清洁度要求	4
5 液压元件技术要求	4
5.1 电机泵组	4
5.2 油箱	5
5.3 阀块（油路块）	5
5.4 电控阀	5
5.5 溢流阀	6
5.6 节流阀	6
5.7 单向阀	6
5.8 减压阀	6
5.9 压力传感器	6
5.10 压力开关	6
5.11 密封件	7
5.12 蓄能器	7
5.13 液压油	7
5.14 接线盒	7
5.15 手动泵	7
5.16 液压软管总成	7
5.17 硬管总成	7
6 执行机构	8
6.1 偏航盘式制动器	8
6.2 主轴盘式制动器	8
6.3 液压风轮锁	8
6.4 液压油缸	8
7 性能要求	8
7.1 保压性能	8
7.2 防腐性能	8
7.3 低温性能	8
7.4 低气压性能	8

- 7.5 耐久性能..... 8
- 7.6 抗振动性能..... 9
- 7.7 冲击和碰撞性能..... 9
- 7.8 抗干扰性能..... 9
- 8 试验方法..... 10
 - 8.1 外观检查..... 10
 - 8.2 保压测试..... 10
 - 8.3 油箱测试..... 10
 - 8.4 电机试验..... 10
 - 8.5 防腐性能测试..... 10
 - 8.6 耐低温性能测试..... 10
 - 8.7 低气压测试..... 10
 - 8.8 耐久性测试..... 11
 - 8.9 抗振动性能测试..... 11
 - 8.10 冲击和碰撞测试..... 11
 - 8.11 抗干扰性能试验..... 11
 - 8.12 清洁度测试..... 12
 - 8.13 功能测试..... 12
 - 8.14 其它试验要求..... 12
- 9 检验规则..... 12
 - 9.1 检验分类..... 12
 - 9.2 出厂检验..... 12
 - 9.3 型式检验..... 12
 - 9.4 判定规则..... 13
- 10 标识、包装、运输和贮存..... 13
 - 10.1 标识..... 13
 - 10.2 包装..... 14
 - 10.3 运输和贮存..... 14

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国风力发电标准化技术委员会（SAC/TC50）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

风能发电系统 风力发电机组液压系统

1 范围

本文件规定了风能发电系统 风力发电机组液压系统的系统要求，元件要求，执行机构，性能要求，试验方法，检验规则以及标识、包装、运输和储存等要求。

本文件适用于风能发电系统 风力发电机组液压系统的设计、选型、装配和维护等。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 755 旋转电机 定额和性能
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 1032 三相异步电动机试验方法
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2423.27 环境试验 第2部分：试验方法 试验方法和导则：温度/低气压或温度/湿度/低气压综合试验
- GB/T 2900.53 电工术语 风电发电机组
- GB/T 3191 铝及铝合金挤压棒材
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 3859.1 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-1部分：基本要求规范
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 11287-2000 电气继电器 第21部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇：振动试验（正弦）
- GB/T 12706.2 额定电压1kV(U_m=1.2kV)到35kV(U_m=40.5kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第2部分：额定电压6kV(U_m=7.2kV)到30kV(U_m=36kV)电缆
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14039-2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号
- GB/T 14537-1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- GB/T 15114 铝合金压铸件
- GB/T 17446 流体传动系统及元件 词汇
- GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2023 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4-2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5-2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

- GB/T 17626.6-2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
GB/T 17626.8-2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
GB/T 17626.9-2011 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分:通用要求
GB/T 18451.1 风力发电机组 设计要求
GB/T 30790.2-2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第2部分:环境分类
GB/T 30790.6-2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第6部分:实验室测试性能

方法

- GB/T 33540.4 风力发电机组专用润滑剂 第4部分:液压油
JB/T 8727 液压软管总成
JB/T 10205 液压缸
JB/T 10364 液压单向阀
JB/T 10368 液压节流阀
JB/T 10374 液压溢流阀
JB/T 10854 水平连续铸造铸铁型材
NB/T 10661 风力发电机组 风轮锁定销
NB/T 31023 风力发电机组 主轴盘式制动器
NB/T 31024 风力发电机组 偏航盘式制动器

3 术语和定义

GB/T 2900.53、GB/T 18451.1、GB/T 17446界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液压系统 hydraulic system

产生、传递、控制和转换液压传动能量的相互连接元件的配置。

3.2

液压元件 hydraulic component

液压系统的一个功能部分，由一个或多个零件组成的独立单元。

3.3

执行机构 actuator

将液压能转换成机械能的元件（例如：偏航盘式制动器、主轴盘式制动器、液压风轮锁、液压油缸等）。

3.4

控制机构 control mechanism

向元件提供输入信号的装置（例如：手柄、电磁线圈等）。

3.5

控制元件 control element

各种液压阀，在系统中控制和调节液体的压力、流量和方向。

3.6

额定压力 rated pressure

保证达到足够的使用寿命的最高工作压力。

4 系统要求

4.1 系统基本要求

风力发电机组液压系统设计应满足以下基本要求：

- a) 液压系统应满足 GB/T 18451.1 的要求；
- b) 液压系统应具备泄漏收集装置；
- c) 液压系统工作噪声 ≤ 80 dB，无异响；
- d) 液压系统耐腐蚀性应符合 GB/T 30790.2-2014 规定的“C4-H”等级要求；
- e) 液压系统适用的雷区等级为 LPZ2；
- f) 液压系统运行维护及故障维修应简单易实现；
- g) 液压系统工作环境温度范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$ ；
- h) 液压系统适用海拔高度：0m~5000m；
- i) 液压系统设计寿命要求： ≥ 25 y。

4.2 系统设计要求

4.2.1 液压系统的功能和结构设计应能够满足风力发电机组的使用要求。

4.2.2 液压系统功能设计应考虑下列因素：

- a) 系统应具备手动功能，断电后仍可为风力发电机组提供关键应急操作；
- b) 关键零部件(泵、阀组、控制单元、管路等)的设计尺寸应考虑集成式设计原则，以保证风力发电机组所需的反应时间；
- c) 控制功能设计时需考虑安全功能；
- d) 液压系统在压力控制失效情况下，系统仍处于可控的安全状态；
- e) 执行机构(如：液压风轮锁、制动器)仅在具有压力时才能实现动作，液压系统在动力供给失效后保证风力发电机组保持在安全状态的时间不少于 7d；
- f) 液压系统泄漏不应对其功能产生有害影响，如出现泄漏应能进行监控，并对风力发电机组进行相应的控制：如液压缸在相应功能失效后可保证“液压锁紧”模式；
- g) 液压系统管路设计时，应考虑组件间的相互运动和由此产生的作用于管子上的动应力；
- h) 液压系统回路和每个执行机构的回路应设置独立的测压点。

4.3 系统装配要求

4.3.1 进入装配的零件及部件（包括外购件、外协件）应经检验判定合格后，方能进入装配。

4.3.2 所需阀件、配件备齐，保证阀件及配件清洗干净，不应有毛刺、飞边、氧化皮、锈蚀、切屑、油污、着色剂和灰尘等。

4.3.3 各密封件装配前应充分浸油。

4.3.4 装配过程中零部件不应有磕、碰、划伤和锈蚀。

4.3.5 接头、螺塞、工艺堵头、元器件紧固件的拧紧力矩应符合设计要求，使用扭力扳手按规定力矩拧紧。

4.3.6 系统在装配前，接头、管路、通道（包括各铸造孔、加工孔等）及油箱等应按有关工艺规范清洗干净，不应有目视可见的污染（如铁屑、纤维状杂质、焊渣等）。

4.3.7 安装钢管前应检查其内壁是否有锈蚀现象，一般应用 20%的硫酸或盐酸进行酸洗，酸洗后用 10%的苏打水中和，再用温水洗净、干燥、涂油，进行静压试验，确认合格后再安装。

4.3.8 硬管管路的排列和走向应整齐一致，层次分明，尽量采用水平或垂直布管。布管时应使管路尽量短、减少转弯并避免交叉；转弯处的半径应大于油管外径的 3~5 倍。在有活接头处，管路的长度应能保证接头的拆卸安装方便，系统中主要管路或辅件能自由拆装，而不影响其他元件。

- 4.3.9 布置管路时，应考虑组件间的相互运动和由此产生的作用于管子上的动应力。
- 4.3.10 配管时应保证管路有一定的刚性和抗振动能力，适当配置管路支架和管夹。对于平行或交叉的管路，要求相邻管路的管件轮廓边缘之间有 10mm 以上的间隙，防止相互干扰和振动。
- 4.3.11 软管配置时应留有足够的长度余量，以适应油温变化、受拉和振动，以及弯曲的需要；安装时应使软管的扭转变形最小，不要在接头处造成附加受力而使软管产生扭曲、急剧弯曲、磨擦等不良工况；软管的弯曲半径 $R \geq 9D$ （D 为软管外径）。
- 4.3.12 液压油加注，注入系统的液压油，过滤精度不应低于 GB/T 14039-2002 规定的 Class20/18/15 等级。
- 4.3.13 液压系统应采用循环排气法，在系统投入使用之前，通过循环操作将液体循环多次，以排除系统中的气体。具体操作方法是：将液体从低点引入系统，然后通过高点排出，循环多次直到排除气体为止。

4.4 系统清洁度要求

系统清洁度不应低于 GB/T 14039-2002 规定的 Class21/19/- 等级。

5 液压元件技术要求

5.1 电机泵组

5.1.1 电机

5.1.1.1 电机技术要求

电机应符合下列要求：

- a) 防护等级：IP54；
- b) 工作制：S3；
- c) 防护等级：F 级；
- d) 过载能力：承受 2 倍额定转矩，超载时间不低于 15s；
- e) 接地：电机配有单独的接地保护线。

5.1.1.2 高电压穿越

电网发生故障或者扰动时，电机应能承受电压突然增加带来的扭矩和温度冲击。电机应能在下面所述的情况下持续运行，且不损坏：

- a) 电机具有在电压为 130% 额定电压时能够连续运行 500ms 的能力；
- b) 电机具有在电压为 125% 额定电压时能够连续运行 1000ms 的能力；
- c) 电机具有在电压为 120% 额定电压时能够连续运行 10s 的能力；
- d) 电机具有在电压为 110% 额定电压时能够连续运行的能力。

5.1.1.3 低电压穿越

电网发生两相或三相短路故障时，导致电压瞬间降低到零时，电机应能承受由于瞬间零电压引起的冲击扭矩。电机应能在下面所述的情况下持续运行，且不损坏：

- a) 电机具有在电压跌至 20% 额定电压时，能够保证不脱网连续运行 625 ms 的能力；
- b) 电机具有在电压发生跌落后 2s 内能够恢复到标称电压的 90% 时能够连续运行的能力。

5.1.1.4 耐电压等级

高原型（海拔高度 $\geq 3000\text{m}$ ）电机的耐电压等级应符合GB/T 3859.1的规定。在主电路与地（外壳）之间试验，测试电压为4kV，50Hz正弦波，持续时间1min，无击穿闪络及元件损坏现象。

5.1.2 液压泵

液压泵宜采用高压齿轮泵或径向柱塞泵，使用流体温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。液压泵设计应符合GB/T 3766的规定。

5.2 油箱

5.2.1 油箱功能设计应符合GB/T 3766的规定。

5.2.2 油箱结构应符合GB/T 3766的规定。

5.2.3 油箱的箱体材料应采用压铸铝或焊接结构钢，铸铝材料应符合GB/T 15114的要求，焊接结构钢应符合GB/T 1591的要求。

5.2.4 油箱采用开式结构设计。

5.2.5 箱体铸件应符合下列要求：

- a) 箱体采用铝合金压铸成型，铸件质量应符合GB/T 15114的规定；
- b) 铸件不应有裂纹和任何穿透性缺陷；

5.2.6 油箱焊接件应符合下列要求：

- a) 焊接坡口应符合GB/T 985.1的要求；
- b) 内壁采用满焊连续焊缝。

5.2.7 油箱附件应符合下列要求：

- a) 油箱宜具备油液温度测量功能；
- b) 油箱应具备油位观察窗，其位置应设置在液压泵的入口附近，用以显示液面位置，永久性标识液压系统允许的“最高”和“最低”液位。

5.3 阀块（油路块）

5.3.1 阀块材料应能满足下列要求：

- a) 球墨铸铁型材（连铸），应符合JB/T 10854的要求；
- b) 铝合金棒材（挤压），应符合GB/T 3191的要求；
- c) 钢材（锻轧），应符合GB/T 1591的要求；
- d) 上述材料的力学性能及耐压致密性均能满足设计要求。

5.3.2 阀块加工应能满足下列要求：

- a) 阀块的加工精度、表面粗糙度等指标均应符合设计要求；
- b) 阀块内部钻孔或流道宜采用热能去除毛刺，孔与孔相交处要求圆滑过渡。

5.3.3 阀块表面处理应能满足下列要求：

- a) 采用钢件、球墨铸铁件的阀块表面处理为镀镍或镀锌镍，镀层厚度 $\geq 0.015\text{ mm}$ ；
- b) 采用铝件阀块表面应阳极氧化处理。

5.4 电控阀

电磁阀的选型设计应符合以下要求：

- a) 电磁阀的选型、安装和维护应符合GB/T 3766的规定；
- b) 电磁阀电压： $\text{DC}24\text{V}\pm 15\%$ ；
- c) 防护等级：IP56；
- d) 带手动机构，手动机构切换次数： ≥ 1000 次。

5.5 溢流阀

溢流阀的选型设计应符合以下要求：

- a) 溢流阀的选型、安装、维护应符合 JB/T 10374 的规定；
- b) 溢流阀的选型应根据其对应的功能，如压力与流量要求；
- c) 作为安全阀使用时，溢流阀不应设计成工作在常开状态，其调定压力不应超过液压系统的最大承压，以保护液压系统免于过载；
- d) 溢流阀应在设定的压力值下 100%开启；
- e) 溢流阀应具有阻尼装置，避免颤振和因流量或压力脉动而产生啸叫；
- f) 溢流阀的选择应考虑压力设定值少受或不受流量的影响。

5.6 节流阀

节流阀的选型设计应符合以下要求：

- a) 节流阀的选型、安装、维护应符合 JB/T 10368 的规定；
- b) 节流阀应采用螺旋式缓慢开启类的小流量截止阀，以避免因骤然开启，而造成蓄能器内油液冲出，形成压力冲击，导致相关元件损坏，甚至造成人员伤害；
- c) 节流阀应具有可靠的密封性能，适当的流通液阻，简单的结构；
- d) 节流阀应能够轻松的开启，且开启时阀芯行程应能够受到限制。

5.7 单向阀

单向阀的选型设计应符合以下要求：

- a) 单向阀的选型、安装、维护应符合 JB/T 10364 的规定；
- b) 单向阀宜选用管式单向阀；
- c) 内泄量： $\leq 0.15\text{mL/min}$ ；
- d) 压力损失： $\leq 0.5\text{Mpa}$ ；
- e) 开启压力： $\leq 0.3\text{Mpa}$ 。

5.8 减压阀

减压阀的选型设计应符合以下要求：

- a) 减压阀宜采用两通减压阀原理；
- b) 表面处理：镀锌或镀锌镍；
- c) 减压阀选型需要考虑压力流量特性曲线。

5.9 压力传感器

压力传感器的选型设计应符合以下要求：

- a) 电磁兼容性：辐射干扰和抗扰性应符合 GB/T 18268.1 的要求；
- b) 工作温度范围为： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.10 压力开关

压力开关的选型设计应符合以下要求：

- a) 压力开关分为机械式开关和电子式开关；
- b) 机械式开关选型时应考虑滞环大小；
- c) 电子式开关选型时应考虑上下压力点的设定差值；

d) 上升压设定值偏差范围 $\leq 2\text{bar}$ ，下降压的范围设定值范围 $\leq 4\text{bar}$ 。

5.11 密封件

密封件和密封装置的材质应与所用的液压油、相邻材料以及工作条件和环境相容。控制阀块组件的设计应便于密封件和密封装置的维修和更换。密封件的使用温度要求： $-40^{\circ}\text{C}\sim+110^{\circ}\text{C}$ 。

5.12 蓄能器

蓄能器应符合 GB/T 3766 的规定，宜采用隔膜式。

5.13 液压油

液压油应符合 GB/T 33540.4 的相关要求。

5.14 接线盒

接线盒的选型设计应符合以下要求：

- a) 符合 GB/T 4208-2017 的 IP54 的防护等级；
- b) 宜采用金属结构形式；
- c) 永久设置端子和端子电缆，包括附加的电缆长度，留有足够的空间；
- d) 进入接线盒的控制电缆应符合 GB/T 12706.2 的规定，屏蔽层密度 $\geq 85\%$ ；
- e) 电气检修盖应设置拴系紧固件，例如带锁紧垫片的螺钉。

5.15 手动泵

手动泵的选型设计应符合以下要求：

- a) 手动泵额定工作压力： ≥ 1.25 倍的系统标称额定压力；
- b) 手动泵排量： $\geq 10\text{cc}$ ；
- c) 手动泵可满足液压系统失去动力电后，能通过手动泵对执行机构进行手动打压，提供动力；
- d) 在紧急情况下或者检修时，能给执行机构提供动力。

5.16 液压软管总成

液压软管及软管总成应符合以下要求：

- a) 液压软管及软管总成应符合 JB/T 8727 的要求；
- b) 软管宜采用钢丝缠绕型或钢丝编织型，胶管应选用优质特种合成橡胶制成，具有良好的耐油、耐寒、耐曲挠性、耐老化性能。如有特殊要求，由需方和制造商商定，并在订货合同中注明；
- c) 软管总成在压力作用下长度会发生变化，设计选型时应使软管有一定的松弛量，以允许缩短或伸长；
- d) 软管在切割、剥胶、装配过程中不应损伤钢丝增强层，软管与接头的扣压连接处应平整，内壁应光滑、畅通、无拉伤内胶层现象，推荐选配公制内螺纹 24° 锥带 O 型圈密封的连接形式。

5.17 硬管总成

硬管总成应符合下列要求：

- a) 液压硬管应符合 GB/T 8163 规定的要求，内外表面不允许有目视可见的裂纹、折叠、结疤、轧

折和离层。管子切面平整，无毛刺、氧化皮、熔渣等缺陷，切口表面与管子轴线应垂直；

b) 硬管总成长度要短，管径要合适，避免因流速过高造成的压力损失；

c) 硬管总成要求接口处连接可靠，无变形，推荐选用卡套式接头。

6 执行机构

6.1 偏航盘式制动器

偏航盘式制动器设计应符合NB/T 31024的规定。

6.2 主轴盘式制动器

主轴盘式制动器设计应符合NB/T 31023的规定。

6.3 液压风轮锁

液压风轮锁设计应符合NB/T 10661的规定。

6.4 液压油缸

液压缸的设计应符合JB/T 10205的规定。

7 性能要求

7.1 保压性能

当系统断电时，执行机构以及管路连接正常无泄漏的情况下，48 h内系统以及各支路压力降低不应超过系统初始压力的10%。

7.2 防腐性能

液压系统所处的大气腐蚀等级为GB/T 30790.2-2014规定的“C4-H”等级。

7.3 低温性能

液压系统要求能耐低温，在-45℃的环境下各元器件无损坏，无加热的情况下-40℃能正常启动工作。

7.4 低气压性能

液压系统要求在环境气压 $\geq 50\text{Kpa}$ ，温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ 下能正常启动并稳定运行。

7.5 耐久性能

7.5.1 液压系统在寿命期内，各项性能指标下降不能超过值规定的10%，耐久性能指标按表1所示。

表1 液压系统各部分耐久性能指标

序号	功能回路	耐久性次数
1	液压系统主回路	≥30 万次
2	偏航液压回路	≥120 万次
3	主轴制动液压回路	≥0.5 万次
4	风轮锁液压回路	≥0.5 万次
5	手动工作液压回路	≥0.5 万次

- 7.5.2 液压阀设计寿命≥120 万次，各项性能指标下降不应超过值规定的 10%。
- 7.5.3 液压泵累计运行时间约 12,000 h，启停次数≥30 万次，各项性能指标下降不应超过值规定的 10%。
- 7.5.4 电机累计运行时间约 12,000 h，启停次数≥30 万次，各项性能指标下降不应超过值规定的 10%。
- 7.5.5 手动泵设计寿命≥5 万次，各项性能指标下降不应超过值规定的 10%。
- 7.5.6 易损件设计寿命≥5y。
- 7.5.7 隔膜式蓄能器冲放次数≥200 万次；
- 7.5.8 滤芯建议首次六个月更换一次，随后每十二个月更换一次。
- 7.5.9 其余液压附件设计寿命≥5y。

7.6 抗振动性能

- 7.6.1 液压系统抗振动响应符合 GB/T 11287-2000 规定的严酷等级 1 级的要求。
- 7.6.2 液压系统抗振动耐久应符合 GB/T 11287-2000 规定的严酷等级 1 级的要求。

7.7 冲击和碰撞性能

- 7.7.1 液压系统冲击响应应符合 GB/T 14537-1993 规定的严酷等级 1 级的要求。
- 7.7.2 液压系统冲击耐受应符合 GB/T 14537-1993 规定的严酷等级 1 级的要求。
- 7.7.3 液压系统碰撞应符合 GB/T 14537-1993 规定的严酷等级 1 级的要求。

7.8 抗干扰性能

液压系统的电磁兼容性能要求见表 2。

表2 电磁兼容性能要求

项目	严酷等级	判据类型
静电放电抗扰度	4 级	A
射频电磁场辐射抗扰度	3 级	A
电快速瞬变脉冲群抗扰度	4 级	A
浪涌（冲击）抗扰度	电源口：X*	A
	信号口：X*	
射频场感应的传导骚扰抗扰度	3 级	A
工频磁场抗扰度	5 级	A
脉冲磁场抗扰度	5 级	A

8 试验方法

8.1 外观检查

外观采用目测检查，观察液压系统外观是否完好，有无磕碰、划伤、锈蚀、油渍等肉眼可视的缺陷。

8.2 保压测试

液压系统装配完成后，系统建压至额定压力，执行机构动作，进行48h保压，各支路压力降低不应超过系统初始压力的10%，各油路连接处无外泄。

8.3 油箱测试

油箱测试应进行气密性试验。油箱气密性试验,采用静态气密性检测，利用气源对油箱施加一定压力，然后对油箱进行检测，检测过程中油箱内部不发生任何变化。气密性试验所用气体，应为干燥、清洁的空气、氮气或其他惰性气体。进行气密性试验时，安全附件应安装齐全。试验时压力应缓慢上升，达到规定试验压力10bar后保压不少于5分钟，对所有焊缝和连接部位涂刷肥皂水进行检查，以无泄漏为合格。如有泄漏，修补后重新进行液压试验和气密性试验。

8.4 电机试验

电机试验按GB/T 1032的规定进行，耐电压试验按GB/T 755的规定进行。

8.5 防腐性能测试

液压系统外露部件的防腐应按GB/T 30790.6-2014的中性盐雾试验的规定进行。

8.6 耐低温性能测试

系统耐低温性能测试按表3要求进行。

表3 耐低温性能测试

序号	测试项目	测试要求
1	将低温试验箱温度设置-50℃，保温3 h	液压站各元件无损坏
2	将低温试验箱温度从-50℃升至-30℃，保温12 h	液压站各元件无损坏
3	完成序号1和序号2后启动液压系统，压力升至额定压力	液压站能正常启动
4	在温度为-30℃的测试条件下，液压站建压至额定压力后，将压力降至0.8倍的额定压力以下，重新建压至额定压力	液压站能正常启动，建压时间≤60s

8.7 低气压测试

液压系统低气压测试依据GB/T 2423.27的要求进行，试验参数按表4进行，试验过程液压系统启动应正常，各回路动作正常。

表4 低气压试验参数表

序号	试验参数	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段
1	试验温度（℃）	室温至50	50	50	50	50至室温
2	试验气压（kPa）	/	/	100至50	50	50至100
3	温度变化速率（℃/min）	0.88	/	/	/	0.88

表4 低气压试验参数表（续）

序号	试验参数	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段
4	压力变化速率（kpa/min）	/	/	3.34	/	2.0
5	试验时间（min）	25	30	15	120	25
6	试验周期	1				

8.8 耐久性测试

液压系统的耐久性测试按表1进行，各项性能指标下降不能超过值规定的10%。

8.9 抗振动性能测试

液压系统抗振动性能测试按表5进行。

表5 振动测试

序号	测试项目	测试方法	测试要求
1	振动响应	GB/T 11287-2000规定的严酷等级1级振动响应试验	液压站各元件无损坏，无松动，液压站启动正常
2	振动耐久	GB/T 11287-2000规定的严酷等级1级振动耐久试验	液压站各元件无损坏，无松动，液压站启动正常

8.10 冲击和碰撞测试

液压系统冲击和碰撞测试按表6进行。

表6 冲击和碰撞测试

序号	测试项目	测试方法	测试要求
1	冲击响应	GB/T 14537-1993规定的严酷等级1级的冲击响应试验	液压站各元件无损坏，无松动，液压站启动正常
2	冲击耐久	GB/T 14537-1993规定的严酷等级1级的冲击耐久试验	液压站各元件无损坏，无松动，液压站启动正常
3	碰撞试验	GB/T 14537-1993规定的严酷等级1级的碰撞试验	液压站各元件无损坏，无松动，液压站启动正常

8.11 抗干扰性能试验

8.11.1 静电放电抗扰度试验

液压系统应能承受GB/T 17626.2-2018规定的严酷等级为4级的静电放电抗扰度试验。

8.11.2 射频电磁场抗扰度试验

液压系统应能承受GB/T 17626.3-2023规定的严酷等级为3级的辐射电磁场抗扰度试验。

8.11.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

液压系统应能承受GB/T 17626.4-2018规定的严酷等级为4级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

8.11.4 浪涌抗扰度试验

液压系统应能承受GB/T 17626.5-2019规定的严酷等级为3级的浪涌抗扰度试验。

8.11.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

液压系统应能承受GB/T 17626.6-2017规定的严酷等级为3级的射频场感应的传导骚扰抗扰度试验。

8.11.6 工频磁场抗扰度试验

液压系统应能承受GB/T 17626.8-2006规定的严酷等级为5级的工频磁场抗扰度试验。

8.11.7 脉冲磁场抗扰度试验

液压系统应能承受GB/T 17626.9-2011规定的严酷等级为5级的脉冲磁场抗扰度试验。

8.12 清洁度测试

清洁度检测按照GB/T 14039的规定进行。

8.13 功能测试

液压系统功能测试的内容包括：压力测试、速度测试、动作测试等。液压系统分别建压至额定压力，保压30min，各回路压力下降 $\leq 5\%$ ，各执行机构工作顺畅。

8.14 其它试验要求

液压系统的其它试验要求应按照试验大纲和制造商试验规范进行性能试验。

9 检验规则

9.1 检验分类

检验分为出厂检验、型式检验。

9.2 出厂检验

液压系统所包含所有元件在出厂前应进行出厂检验，出厂检验的项目包括：外观、清洁度、压力等，出厂检验项目见表7。

9.3 型式检验

9.3.1 正常生产时应半年进行一次型式检验；有下列情况之一时，也应进行型式检验：

- a) 新产品试制鉴定时；
- b) 原材料、生产工艺有较大改变，可能影响产品整机质量和性能时；
- c) 产品停产半年以上，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上一次型式检验结果有较大差异时；
- e) 遇到重大结构改变时；
- f) 国家质量监督部门提出要求时。

9.3.2 型式试验的项目包括表7规定的全部项目，详见表7的规定。

表7 出厂检验项目/型式检验项目

序号	检测项目	对应条款	出厂检验项目	型式检验项目
1	外观	8.1	△	△
2	系统保压性能	8.2	△5	△
3	油箱测试	8.3	△5	△
5	电机试验	8.4	-	△
6	防腐性能	8.5	△0.1	△
7	低温性能	8.6	△0.1	△
8	低气压性能	8.7	-	△
9	耐久性测试	8.8	-	△
10	抗振动性能	8.9	-	△
11	冲击和碰撞性能	8.10	-	△
12	抗干扰性能	8.11	-	△
12	清洁度	8.12	△	△
13	功能测试	8.13	△	△
14	装配紧固件锁紧力矩检查	4.3.5	△5	△
15	标识	10.1	△	△
16	包装	10.2	△	△
注：出厂检验和型式检验中的符号“△”表示全检；“△5”表示抽检比例为5%；“△0.1”表示抽检比例为0.1%；“-”表示该项目无需检验。				

9.4 判定规则

9.4.1 检验结果均符合本文件的规定，可判定该批次好产品合格。

9.4.2 性能要求 8.1~8.13 中若有 1 项不合格，应从该批次产品中加倍抽样进行复验。复验后，若检验结果符合标准规定，可判定该批产品合格；若仍不符合标准要求，判定该批产品不合格。

9.4.3 若有 2 项或以上不合格，直接判定为不合格。

10 标识、包装、运输和贮存

10.1 标识

10.1.1 液压元件标识

液压元件标识应符合下列要求：

- 液压系统上的所有阀块上应有永久性的代号标记；
- 所有油口、测试点和放气点，做出清晰的和明显的标识；
- 液压元件单个质量大于 15kg 元件的应设置起吊标识；
- 对有方向要求的液压元件（如液压泵的选向等），应在元件的明显部位用箭头或相应记号标明；
- 控制盒和电机上应设置电气安全标识和电机旋向标识；
- 蓄能器应设置永久性标识，标识内容包括：制造年份、容积、允许温度范围、警告-压力容器，拆卸前排出油液、额定充气压力、采用氮气作为充气介质。

10.1.2 铭牌标识

液压元件的铭牌标识应符合GB/T 13306的规定，铭牌应清晰、易识别、且持久耐用，包含但不限于以下内容：

- a) 系统名称、型号和规格；
- b) 额定压力及其制动力；
- c) 产品商标；
- d) 产品最大外形尺寸：长×宽×高；
- e) 总重或总质量；
- f) 制造厂商名称、地址；
- g) 出厂日期及生产编号。

10.1.3 包装箱标识

在包装箱外壁的醒目位置，宜用文字清晰地标明但不限于以下内容：

- a) 名称、型号；
- b) 件数和毛重（kg）；
- c) 包装箱外形尺寸：长×宽×高；
- d) 制造商名称、地址；
- e) 装箱日期；
- f) 运输注意事项或作业标志。

10.2 包装

包装应符合下列要求：

- a) 产品包装应符合 GB/T 191、GB/T 13384 的规定；
- b) 包装箱内包含装箱单、产品合格证、产品说明书（产品说明书应符合 GB/T 9969 的要求，包括但不限于：元件名称、型号、外形图、安装连接尺寸、结构简图、主要技术参数，使用条件和维修方法以及备件明细表，产品说明书应符合）等；
- c) 包装箱应清洁、干燥，注意防潮。

10.3 运输和贮存

运输和贮存应符合下列要求：

- a) 储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定；
 - b) 运输过程应避免碰撞、重压、潮湿和雨、雪、水和油的浸渍，保证产品不受损伤；
 - c) 装卸中应避免磕碰、码放整齐，不应滚动和抛掷；
 - d) 产品应贮存在环境清洁、干燥的仓库内，能防止雨、雪、水和油浸渍的地方；
 - e) 环境周围应无腐蚀性气体，注意防潮、通风。
-