ICS 49.035
CCS V 35

T/CS

团 体 标 准

T/CS 048—2025

副翼机械备份钢索传动装置

Aileron mechanical backup steel cable transmission device

2025-04-30 发布 2025-04-30 实施

中国商品学会 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 1
4　产品结构 1
5　技术要求 1
6　试验方法 4
7　标志、包装、运输和贮存 8

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。

本文件由西安庆安电气控制有限责任公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：西安庆安电气控制有限责任公司、西北机器有限公司、上海天安轴承有限公司、陕西长空齿轮有限责任公司。

本文件主要起草人：张凯、张博、段妮妮、司育春、杨艾婷、杨伟超。

副翼机械备份钢索传动装置

1 范围

本文件规定了副翼机械备份钢索传动装置的产品结构、技术要求、试验方法、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于副翼机械备份钢索传动装置（以下简称“产品”）的生产。

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 4879 防锈包装

GB/T 13306 标牌

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 产品结构

产品由下列组件构成：

——张力调节器；

——传动比调节装置；

——摇臂/扇形轮组件；

——钢索组件；

——滑轮组件；

——导向板组件；

——防护圈；

——拉杆组件；

——气密接头组件。

5 技术要求

5.1 外观

5.1.1 产品不应出现损坏、变形和裂纹等缺陷。

5.1.2 产品表面涂层不应出现裂纹、起泡、起皱和脱落等缺陷。

5.1.3 金属材料表面和金属镀层不应有腐蚀；非金属材料不应出现明显泛白、膨胀、气泡、皱裂、脱

落和麻坑等缺陷。

5.2 尺寸

产品尺寸、安装孔位置尺寸应符合设计图样规定。

5.3 装配质量

产品零部件应齐全、完整，活动部件应运动灵活，紧固件不应出现松动或脱落现象。

5.4 整体性能

产品整体性能应符合表 1 的规定。

表 1 整体性能

项目		指标
摇臂偏转角度		±（28.5±3）°
输出位移	左机翼	（38.6±3）mm，（28.3±3）mm
	右机翼	（28.3±3）mm，（38.6±3）mm
全行程摩擦力矩		≤11 N·m
全行程不平衡力矩		≤1 N·m
刚度		≥16 000 N/m
间隙		≤±5.5°
启动力矩		≤7 N·m
不对称启动力矩		≤1.2 N·m
动态响应性能	幅值衰减	≤3 dB
	相位滞后	≤10°

5.5 张力调节器

5.5.1 灵活性

张力调节器应转动灵活。

5.5.2 转动范围

自锁时应不小于 ±15.2° 。

5.5.3 间隙

应不大于 1° 。

5.5.4 钢索调节范围

张力调节器刻度指向 -55 ℃ 时，钢索张力应不小于 140 N；张力调节器刻度指向 70 ℃ 时，钢索张力应不大于 200 N。

5.6 传动比调节装置

5.6.1 灵活性

传动比调节装置在转换传动比过程中应灵活稳定，无卡滞现象。

5.6.2 工作角度范围

输入扇形轮工作角度为 -（28.5° ±3° ）～+（28.5° ±3° ）

5.6.3 转换间隙

中立位置进行传动比的转换时，输出扇形轮的摆动角度应在 ±0.5° （从上向下看）范围内。

5.6.4 传动间隙

传动比为 1 时，输入角度应与输出角度相等；传动比为 0.5 时，输入角度应为输出角度的 1/2。

5.7 摇臂/扇形轮组件

5.7.1 灵活性

摇臂/扇形轮组件转动应灵活平稳，无卡滞、无异响。

5.7.2 摩擦力矩

应不大于 10 N·mm。

5.7.3 启动力矩

应不大于 10 N·mm。

5.7.4 间隙

应不大于 0.5° 。

5.8 钢索组件

经静强度试验后钢索不应出现破断、接头拉脱、滑移、接头破坏或破坏现象，所有支架应无塑性变形，且外观应完整无损伤。

5.9 滑轮组件

5.9.1 灵活性

滑轮应转动灵活平稳，无卡滞、无异响。

5.9.2 启动力矩

槽底直径为 70 mm、80 mm 的滑轮启动力矩应不大于 3 N·mm，槽底直径为 100 mm 的滑轮启动力矩应不大于 5 N·mm。

5.10 拉杆组件

5.10.1 轴承旋转灵活性

应转动灵活平稳，无卡滞、无异响。

5.10.2 拉杆组件调节量

轴向调节应不小于 ±10 mm。

5.10.3 轴承收压

在轴承内圈和外圈间施加 10 N·mm 的转动力矩，轴承应转动一圈以上，在壳体内应不能转动。轴承应转动灵活平稳、无卡滞、无异响；轴承外圈在壳体内轴向位移应不大于 0.03 mm；轴承外圈在壳体内应不能转动。

5.11 气密接头组件

5.11.1 摩擦力

钢索与气密接头间的平均摩擦力应不大于 0.98 N。

5.11.2 泄漏量

压差为 58 000 Pa 时，泄漏量应不大于 0.087 kg/min；压差为 78 000 Pa 时，泄漏量应不大于 0.117 kg/min。

6 试验方法

6.1 试验环境

产品应在下列环境下进行试验：

a) 温度：15 ℃～35 ℃；
b) 相对湿度：20%～80%；
c) 大气压力：试验场所的当地气压。

6.2 外观

目测。

6.3 尺寸

用符合精度要求的量具测量。

6.4 装配质量

实际操作检验。

6.5 整体性能

6.5.1 摇臂偏转角度偏差

按接口要求将产品安装在试验台上，位移信号发生器与产品前端的输入摇臂连接，产品处于中立位置，末端拉杆空载。在传动比调节装置分别处于 1 和 0.5 两种状态下转动产品前端输入摇臂，产品前端输入摇臂上的角位移传感器测得的转动角度即为偏转角度。

6.5.2 输出位移

按接口要求将产品安装在试验台上，位移信号发生器与产品前端的输入摇臂连接，产品处于中立位置，末端拉杆空载。在传动比状态为 1 的工作状态下，转动产品前端输入摇臂，当产品前端输入摇臂的角位移传感器测得的转动角度符合要求时，测量末端摇臂的输出行程。

6.5.3 全行程摩擦力矩

按接口要求将产品安装在试验台上，位移信号发生器通过拉压力传感器与产品前端输入摇臂连接，产品处于中立位置，末端拉杆空载。在传动比调节装置分别处于 1 和 0.5 两种状态下，位移信号发生器匀速带动扇形轮组件的摇臂转动全行程（中立位置-极限位置-中立位置-另一极限位置-中立位置），此过程中前端输入摇臂两次经过同一位移时，拉压力传感器所测得两力绝对值的平均值为装置摩擦力，摩擦力乘以产品前端输入摇臂长度得到全行程摩擦力矩。

6.5.4 全行程不平衡力矩

在传动比调节装置分别处于 1 和 0.5 两种状态下，按 6.5.3 的方法测得扇形轮组件的输入摇臂两次经过同一位移时（本次测量在去掉机翼末端扇形轮回中机构下），拉压力传感器所测得两力代数和除以 2 为装置不平衡力，乘以产品扇形轮组件的输入摇臂长度为全行程不平衡力矩。

6.5.5 刚度

按接口要求将产品安装在试验台上，位移信号发生器通过拉压力传感器与产品前端输入摇臂连接，在产品中立位置固定末端拉杆。在传动比状态为 1 的工作状态下，消除装置间隙，在产品前端输入摇臂处施加 -350 N～350 N 的操纵力，测得产品前端输入摇臂处转动角度，按公式（1）计算产品刚度：

$$k = F \times 360/(2\pi R\theta) \cdots\cdots (1)$$

式中：

k——刚度，单位为牛顿每米（N/m）；

F——输入摇臂处施加的操纵力，单位为牛顿（N）；

R——产品输入摇臂半径，单位为米（m）；

θ——摇臂处转动角度，单位为度（°）。

6.5.6 间隙

按接口要求将产品安装在试验台上，位移信号发生器与产品前端输入摇臂连接，产品处于中立位置，末端拉杆空载。在传动比状态为 1 的工作状态下，由位移信号发生器带动产品缓慢运动（小于 2°/s）一个全行程，记录输入位移与输出位移，并拟合出关系曲线。在同一输出位移处，输入摇臂正反方向运动位移的差值的绝对值为产品间隙。

6.5.7 启动力矩和不对称力矩

按接口要求将产品安装在试验台上，位移信号发生器通过拉压力传感器与前端输入摇臂连接，产品处于中立位置，末端拉杆空载。在传动比调节装置分别处于 1 和 0.5 两种状态下，位移信号发生器匀速带动前端输入摇臂顺时针转动，当末端摇臂转动 0.1 度时，拉压力传感器的测量值乘以产品前端输入摇臂长度，得到产品前端输入摇臂顺时针运动时产品的启动力矩；再用同样方法测得产品前端输入摇臂逆时针运动时产品的启动力矩。按此方法得到正反方向启动力矩，两者差值的绝对值即为不对称力矩。

6.5.8 动态响应性能

按接口要求将产品安装在试验台上，位移信号发生器通过拉压力传感器与产品前端输入摇臂连接，产品处于中立位置，末端拉杆空载。在传动比状态为 1 的工作状态下，由位移信号发生器在前端扇形轮处施加 25% 满行程幅值、输入力频率在 0.1 Hz～2 Hz 范围内的信号，同时记录前端扇形轮及末端摇臂的输出位移，并求出末端摇臂输出位移相对于前端扇形轮输入力的频率特性（幅值衰减、相位滞后）。

6.6 张力调节器

6.6.1 灵活性

将张力调节器的安装支架固定在张力调节器试验台上，扇形轮和摇臂上分别连接钢索，扇形轮连接驱动端，摇臂连接负载端，启动产品工作，观察张力调节器是否转动灵活，滑动杆滑动是否灵活。

6.6.2 转动范围和间隙

将张力调节器的安装支架固定在张力调节器试验台上，扇形轮和摇臂上分别连接钢索，扇形轮连接驱动端，摇臂连接负载端。调整钢索张力时通过中立销将张力调节器固定在中立位置，将回路中两根钢索调整平衡，两根钢索绷紧而弹簧未被压缩时将中立销从中立销孔中拔出。在以下两种状态下进行：

a) 空载：将张力调节器安装在张力调节器试验台上，调整钢索张力，弹簧压缩到 -55 ℃ 和 70 ℃ 时带动张力调节器扇形轮转动范围大于 ±15.2°，张力调节器输出摇臂转动角度与张力调节器扇形轮转动角度差为转动间隙；

b) 加载：通过摇臂在产品上加工作载荷（28+1）N·m，重复 a）的步骤检查间隙。

6.6.3 钢索调节范围

将张力调节器的安装支架固定在张力调节器试验台上，扇形轮和摇臂上分别连接钢索，扇形轮连接驱动端，摇臂连接负载端。调整钢索张力时通过中立销将张力调节器固定在中立位置，将回路中两根钢索调整平衡，使中立销从中立销孔中拔出。同时调整张力调节器扇形轮上两根钢索张力。

6.7 传动比调节装置

6.7.1 灵活性

将传动比调节装置安装在专用试验台上，在额定电压下，分别将传动比调节装置的传动比由 1 转换到 0.5 和由 0.5 转换到 1,观察传动比调节装置在转换传动比过程中是否灵活稳定,有无卡滞现象。

6.7.2 工作角度范围

将传动比调节装置输入扇形轮从中立位置顺时针转动 28.5°（从上向下看）并固定，给磁粉制动器上施加产品最大工作载荷，在额定电压下，分别将传动比调节装置的传动比由 1 转换到 0.5 和由 0.5 转换到 1,观察转换情况是否正常。再将传动比调节装置输入扇形轮从中立位置逆时针转动 28.5°（从上向下看）并固定，给磁粉制动器上施加产品最大工作载荷，在额定电压下，分别将传动比调节装置的传动比由 1 转换到 0.5 和由 0.5 转换到 1，观察转换情况是否正常。

6.7.3 转换间隙

磁粉制动器处于空载状态，钢索张力为 170 N，在额定电压下，将传动比调节装置插入中立销。测量传动比调节装置的传动比由 1 转换到 0.5 和由 0.5 转换到 1 两种情况下输出扇形轮的最大摆动角度，即为传动比调节装置的转换间隙。

6.7.4 传动间隙

在钢索张力为 170 N 下进行试验：

a) 空载：检查传动比调节装置分别在传动比为 1 和 0.5 状态下的传动间隙；

b）加载：给磁粉制动器施加产品最大工作载荷，检查传动比调节装置分别在传动比为 1 和 0.5 状态下的传动间隙。

6.8 摇臂/扇形轮组件

6.8.1 灵活性、摩擦力矩和启动力矩

用拉力计缓慢匀速地拉动摇臂在水平面内转动，在转动过程中，拉力计应始终和所拉摇臂垂直，且平行于水平面。观察转动是否灵活平稳，有无卡滞、异响。检查摩擦力矩和启动力矩。

6.8.2 间隙

将各摇臂组件的输出摇臂（或扇形轮）固定，分别在输入摇臂上顺时针、逆时针施加一定的力矩，记录输入摇臂在两方向的角度绝对值之和为摇臂/扇形轮组件间隙。

6.9 钢索组件

将钢索张力调整到 270 N±10 N，将末端拉杆固定，在前端工艺扇形轮摇臂处施加操纵载荷，逐级加载至限制载荷（扇形轮从一个极限位置偏转至另一极限位置所用的力，为实测值），每级载荷增量不超过限制载荷的 10%，观察无有害的永久变形，3 s 后观察钢索是否出现破断、接头拉脱或滑移、接头破坏或破坏征兆，所有支架是否产生塑性变形，外观是否满足要求。

6.10 滑轮组件

6.10.1 灵活性

用手轻轻转动滑轮，观察其转动是否灵活平稳，有无卡滞、异响。

6.10.2 启动力矩

将产品上的滑轮支架固定，使滑轮端面垂直于水平面，将砝码通过细绳绕在滑轮槽底，缓慢释放砝码，使滑轮开始转动且转动不小于半圈，细绳在滑轮槽底上的切点为测量点，每个滑轮测量 4 个点，测量点在滑轮圆周分布间隔为 90°，砝码重量不大于理论砝码重量，检查滑轮的启动力矩。

6.11 拉杆组件

6.11.1 轴承旋转灵活性

将拉杆组件安装在试验台上，在轴承内圈和外圈间施加 10 N·mm 的转动力矩，观察转动是否灵活平稳，有无卡滞、异响。

6.11.2 拉杆组件调节量

将产品安装在试验台上，调节带螺纹的拉杆接头，检查拉杆组件调节量。

6.11.3 轴承收压

6.11.3.1 关节轴承按以下操作进行：

a） 轴承内圈在力矩作用下，检查角度；

b） 轴承外圈在力矩作用下，轴承外圈在壳体内不能转动；

c） 在要求的载荷下，检查轴承外圈在壳体的轴向位移。

6.11.3.2 球轴承、滚子轴承在要求的载荷下，检查轴承外圈在壳体的轴向位移。

6.12 气密接头组件

6.12.1 摩擦力

将产品安装在试验台上，分别在压差为 58 000 Pa、78 000 Pa 条件下，钢索往返运动 50 次循环，检测钢索与气密接头间的摩擦力。

6.12.2 泄漏量

分别在压差为 58 000 Pa、78 000 Pa 室温下条件下，钢索往返运动 50 次循环，检测气体泄漏量。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 产品在适当的明显位置应有符合 GB/T 13306 规定的标志，其内容包括：

a) 产品名称；
b) 生产厂名称、地址；
c) 出厂编号、日期；
d) 执行标准编号；
e) 产品合格标识。

7.1.2 标志应清晰、牢固，不应因运输条件和自然条件而褪色、变色、脱落。

7.2 包装

7.2.1 包装箱应能保护产品在运输和贮存中免受损伤。

7.2.2 产品装箱前，外露零、部件表面应进行防锈处理，并应符合 GB/T 4879 的规定。

7.2.3 产品、随机专用工具及易损件等应加以包装并固定在包装箱中。

7.2.4 包装箱的适当明显位置上应有下列标志：

a) 产品名称；
b) 生产厂名称和地址；
c) 箱体体积：长（mm）×宽（mm）×高（mm）；
d) 净重及毛重（kg）；
e) 执行标准编号；
f) 符合 GB/T 191 规定的包装储运图示标志。

7.2.5 随同产品供应的附件应保证其成套性，并包括下列文件：

a) 装箱单；
b) 产品合格证；
c) 使用说明书。

7.3 运输

产品运输过程中应防止机械损伤和腐蚀，不应受雨、雪的淋袭，不应与带腐蚀性的物品一起装运。

7.4 贮存

产品应贮存在通风良好、干燥、无腐蚀性气体的室内。