

QJ

中国航天工业总公司航天工业行业标准

QJ 2780-95

三轴转台通用规范

1995-06-27 发布

1995-12-30 实施

中国航天工业总公司 发布

目 次

1 范围	(1)
1.1 主题内容	(1)
1.2 适用范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 要求	(1)
3.1 相关详细规范	(1)
3.2 合格鉴定	(1)
3.3 一般要求	(2)
3.4 重量	(2)
3.5 产品的标志	(2)
3.6 外观	(3)
3.7 材料	(3)
3.8 设计	(3)
3.9 结构	(3)
3.10 标准件	(3)
3.11 安全保护	(4)
3.12 性能特性	(4)
3.13 耗能	(7)
3.14 一次连续工作时间	(7)
3.15 贮存期限	(7)
3.16 可靠性	(7)
3.17 维修性	(7)
3.18 人的因素	(8)
3.19 部件详细要求	(8)
3.20 电磁兼容性	(9)
3.21 工作环境要求	(9)
4 质量保证规定	(10)
4.1 检验责任	(10)

4.2	检验分类	(10)
4.3	检验条件	(10)
4.4	鉴定检验	(11)
4.5	质量一致性检验	(12)
4.6	检验方法	(12)
5	交货准备	(17)
5.1	封存和包装	(17)
5.2	装箱	(18)
5.3	运输和贮存	(18)
5.4	标志	(18)
6	说明事项	(18)
6.1	预定用途	(18)
6.2	术语	(18)
6.3	保修期规定和职责	(18)
6.4	交货技术条件	(18)

三轴转台通用规范

1 范围

1.1 主题内容

本规范规定了三轴转台的技术要求、质量保证规定与交货准备。

1.2 适用范围

本规范主要适用于惯性系统及仪表精度测试用的三轴转台的设计、制造和检验。其它各种三轴转台亦可参照执行。

2 引用文件

GB 191 包装贮运图示标志

GB 6833.2 电子测量仪器电磁兼容性试验规范 磁场敏感度试验

GB 6833.4 电子测量仪器电磁兼容性试验规范 电源瞬态敏感度试验

GB 6833.6 电子测量仪器电磁兼容性试验规范 传导敏感度试验

GJB 145 封存包装通则

GJB 368.5 装备维修性通用规范 维修性的试验和评定

GJB 585 惯性技术术语

GJB 1801 惯性技术测试设备主要性能试验方法

GJB 1807 单轴伺服转台通用规范

QJ 165 航天电子电气产品安装通用技术条件

QJ 1714.11 航天产品设计文件管理制度 设计文件的更改规定

3 要求

3.1 相关详细规范

三轴转台的个性要求应符合相关详细规范要求。若本规范的要求与相关详细规范的要求相抵触，则应以相关详细规范为准。

3.2 合格鉴定

按本规范提交的产品应是经鉴定合格的产品。

3.3 一般要求

3.3.1 文件

三轴转台根据设计文件和工艺文件进行生产。

3.3.2 文件的更改

设计文件的更改按 QJ 1714.11 的规定进行。

3.3.3 尺寸

相关详细规范应标明三轴转台的下列主要结构尺寸：

- a. 机械台体（以下简称台体）三轴交叉点至底座的安装地面的高度；
- b. 台体的最大宽度；
- c. 台体的最大高度；
- d. 台面直径；
- e. 允许被测对象的最大结构尺寸（长×宽×高）；
- f. 台体底座尺寸；
- g. 台体底座与地基的安装尺寸；
- h. 电气柜结构尺寸；
- i. 其它。

3.4 重量

重量分台体与电气柜两大部分标明。具体要求按相关详细规范规定。

3.5 产品的标志

3.5.1 一般要求

三轴转台标志一般指设备和零、部件的标志，其文字、符号、图形、颜色等应简明、清晰、耐久、明显。

3.5.2 设备标志

三轴转台应在外表面易见部位设铭牌标志，其内容包括：产品名称、产品代号、编号、出厂日期、生产单位等。

3.5.3 零、部件标志

- a. 印制板、模块、机电部件、关键件、重要件、连接器、电源等应有明确标志，其内容按相关详细规范规定；
- b. 电缆、导线用带标号的电缆护套和塑料管作为标志；
- c. 电连接器中的插头和插座均应有标志符号。

3.5.4 面板标志

电气柜前面板表头、开关、调节电位计、指示灯等元件及后面板引出的电连接器和其它元件均应有表示其功能的文字或符号。

3.6 外观

- a. 三轴转台各部分的外表应洁净、无锈斑、裂纹,无明显撞伤、划痕及其它损伤;
- b. 电气柜各分箱之间的连接线及电气柜与机械台体的连接线布局整齐、美观;
- c. 紧固件、连接件应牢固无松动;
- d. 三轴转台所有电连接器应完整、无损伤,针孔、缝隙应无碎屑、纤维、粉末等多余物。

3.7 材料

制造三轴转台所采用的材料应有合格证或产品证明书,关键材料需经复检合格。

3.8 设计

3.8.1 功能

三轴转台至少具有精密位置、精密速率与对象伺服三种功能,按合同要求可具有其中部分功能。

3.8.2 组成

三轴转台主要由机械台体、电气控制系统两部分组成,根据相关详细规范或技术合同要求,可以增加其它有关部分。

3.8.3 模块化

电气控制系统硬件与软件应尽量按模块化进行设计,每个模块应保证功能的完整性、独立性和通用性,模块化设计应考虑操作、维修和更换的方便。

3.9 结构

3.9.1 基本结构

三轴转台的机械台体可有立式(见图1)、卧式(见图2)两种。

机械台体具有内框、中框、外框、底座四大部分,工作台面与内框固联为一体,内框绕内框轴相对中框转动,中框组件绕中框轴相对外框转动,外框组件绕外框轴转动,底座可以调整水平,绕各轴的转动要求应符合相关详细规范的规定。

各轴具有滑环组件,或伺服滑环系统,滑环的环数和其它要求按相关详细规范规定。

3.9.2 被测件的安装

台面上被测件安装夹具的定位、固紧部分以及供试件用的导线根数、电连接器应符合相关详细规范的要求。

3.9.3 对准基面

在台体上应具有光学对准基面,其结构与技术要求按相关详细规范规定。

3.10 标准件

在三轴转台中应最大限度地采用标准零、部件,并优先从现有的国家标准和国家军用标准中选用。

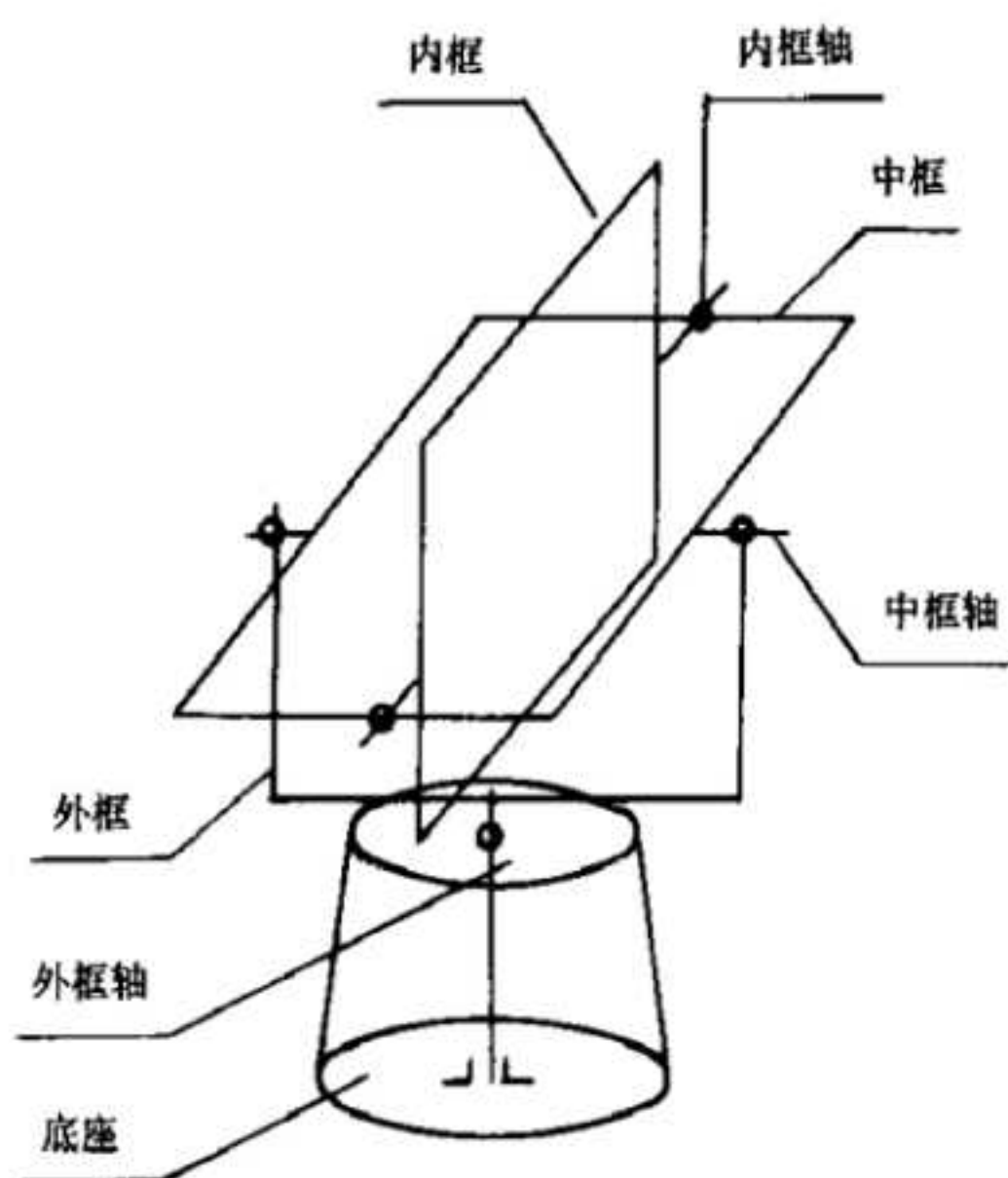


图 1

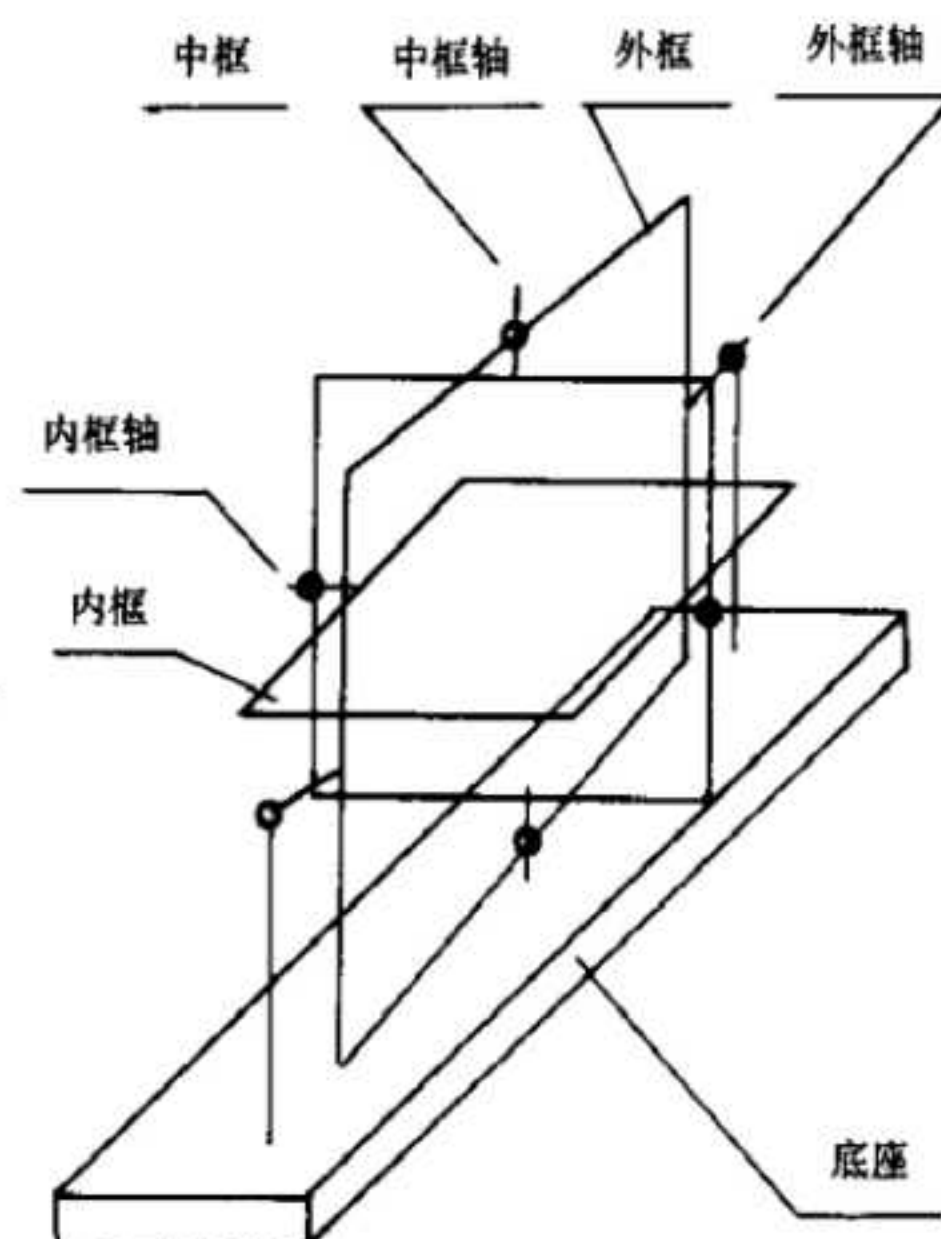


图 2

3. 11 安全保护

三轴转台应有完善的安全保护措施。在电源、气源或三轴转台发生故障等事件时能自动报警，并能实现自动保护与手动保护，以避免被测件与三轴转台的损坏。

3. 12 性能特性

3. 12. 1 机械台体

3. 12. 1. 1 有效负载

- a. 承载能力与台面尺寸：按相关详细规范规定；
- b. 安装方式：按相关详细规范规定。

3. 12. 1. 2 三轴转角

三轴转角范围为 $0 \sim 360^\circ$ ，可连续转动。

3. 12. 1. 3 倾角回转误差

三轴倾角回转误差不大于 $1''$ 。

3. 12. 1. 4 轴线垂直度

内框轴与中框轴、中框轴与外框轴之间不垂直度不大于 $1''$ 。

3. 12. 1. 5 三轴不相交度

三轴不相交度不大于 1mm 。

3. 12. 1. 6 平衡

各框架具有调平衡能力, 分辨率在相应轴摩擦范围内。

最大调平衡能力按相关详细规范规定。

3. 12. 1. 7 夹紧装置

三轴具有手动调整夹紧装置, 具体要求如下:

- a. 范围: $0\sim 360^\circ$ 任意位置;
- b. 微调范围: $\pm 1^\circ$;
- c. 微调分辨率: 等于或优于 $1''$;
- d. 夹紧能力不小于 $30\text{N}\cdot\text{m}$;
- e. 稳定性: 在 $15\text{N}\cdot\text{m}$ 偏心力矩作用下, 12h 慢爬优于 $\pm 1''$ 。

3. 12. 1. 8 空气轴承的力矩刚度

三轴的空气静压轴承中的力矩刚度为 $60\sim 160\text{N}\cdot\text{m}/(^\circ)$ 。

3. 12. 1. 9 底座

3. 12. 1. 9. 1 水平调整

- a. 范围: $\pm 1^\circ$;
- b. 分辨率: 等于或优于 $1''$ 。

3. 12. 1. 9. 2 方位调整

- a. 范围: $\pm 1^\circ$;
- b. 分辨率: 等于或优于 $1''$ 。

3. 12. 1. 10 定位销

三轴分别与对应框架之间设框架正常位置 (指运输、安放) 定位销。

3. 12. 2 位置工作状态

- a. 范围: $0\sim 360^\circ$;
- b. 角位置定位精度: 优于 $\pm 1''$;
- c. 角位置定位重复性: 优于 $0.1''$;
- d. 角位置分辨率: 优于 $0.36''$ 。

3. 12. 3 三轴速率

3. 12. 3. 1 精密速率工作状态

3. 12. 3. 1. 1 速率范围

除另有规定外, 一般为 $0.0001\sim 200^\circ/\text{s}$ 。

3. 12. 3. 1. 2 速率精度

- a. 当角度间隔 360° 时, 小于 5×10^{-6} ;
- b. 当角度间隔 10° 时, 小于 1×10^{-5} ;
- c. 当角度间隔 1° 时, 小于 1×10^{-4} 。

3. 12. 3. 1. 3 速率平稳性

- a. 当角度间隔 360° 时, 小于 5×10^{-6} ;
- b. 当角度间隔 10° 时, 小于 1×10^{-5} ;
- c. 当角度间隔 1° 时, 小于 1×10^{-4} .

3. 12. 3. 1. 4 速率分辨率

除另有规定外, 一般为 $0.0001^\circ / \text{s}$.

3. 12. 3. 2 测速机速率工作状态

测速机速率工作状态为高速工作状态, 可分档要求, 每轴四个范围, 具体要求按表 1 规定.

表 1 ($^\circ$) / s

档 次	内 框 轴	中 框 轴	外 框 轴
A	600	400	400
B	300	200	200
C	100	100	100
D	10	10	10

注: 各档精度: 0.1% (满量程).

3. 12. 3. 3 三轴同时转动

三轴同时转动时, 每轴最大转速为 $60^\circ / \text{s}$, 精度可不作要求.

3. 12. 4 伺服工作状态

相关详细规范应根据需要确定下列各条伺服工作状态要求.

3. 12. 4. 1 伺服刚度

三轴转台每个轴在伺服工作状态下 (不包括被测陀螺), 绕三轴转台伺服轴所加的外力矩与三轴转台转角的比值, 一般为 $1 \sim 10 \text{ N} \cdot \text{m} / (^\circ)$.

3. 12. 4. 2 伺服带宽

三轴转台在伺服工作状态下, 伺服回路闭环幅频特性下降 3dB 处的频率, 一般为 $5 \sim 15 \text{ Hz}$.

3. 12. 4. 3 跟踪精度

用闭路装置代替陀螺仪形成伺服回路, 三轴转台伺服轴跟踪闭路装置的角速率时, 闭路装置的失调角, 一般优于 $\pm 1''$.

3. 12. 5 绝缘性能**3. 12. 5. 1 绝缘电阻**

三轴转台各独立电路之间及各独立电路与壳体之间的绝缘电阻值应符合下面要求:

- a. 冷态 (系统通电前): 不小于 $20\text{M}\Omega$;
- b. 热态 (系统通电达到稳定后): 不小于 $10\text{M}\Omega$.

3. 12. 5. 2 绝缘介电强度

三轴转台各独立电路之间及其各独立电路与壳体之间的绝缘介电强度, 按表 2 规定试验时, 应无击穿、火花及电晕现象。

表 2

V

工 作 电 压	试 验 电 压
≤ 15	100 (用于密封产品) 250 (用于非密封产品)
$> 15 \sim 36$	300
> 36	500

3. 12. 6 用户信号通道

除另有规定外, 以下各项用户信号通道的技术要求应符合相关详细规范的规定:

- a. 数目;
- b. 导线型号;
- c. 允许的信号电压、电流、频率及通道间电磁耦合;
- d. 包括用户信号线及滑环接触电阻在内的通道总电阻;
- e. 通道电阻变化量不大于 $15\text{m}\Omega$;
- f. 绝缘电阻不小于 $40\text{M}\Omega$.

3. 13 耗能

按相关详细规范规定。

3. 14 一次连续工作时间

除另有规定外, 三轴转台一次连续工作时间不小于 24h.

3. 15 贮存期限

三轴转台装箱后需在 6 个月内开箱安装, 应能正常工作。

3. 16 可靠性

系统在规定寿命以内, 正常使用情况下, 出现系统性能超差、功能失效、显示或输出错误等均属三轴转台的故障。

3. 16. 1 平均故障间隔时间

除另有规定外, 三轴转台平均故障间隔时间 MTBF 不小于 400h.

3. 17 维修性

3. 17. 1 维修性保障

维修性保障按 GJB 368.5 的规定。

3. 17. 2 维修级别

三轴转台按下面三级维修体制进行维修性设计：

a. 一级维修由操作人员进行。主要是不需要专用工具进行的三轴转台中指示灯、保险丝等的更换，设备的清洁等。

b. 二级维修是指在不影响总体性能的条件下，对可更换的元、部件，包括备用印制板、电路模块、操作部件、台体零件等在使用方进行更换，更换后进行性能测试，以恢复正常工作状态。

c. 三级维修是指系统功能失常或指标达不到时，请承制方进行的维修，包括利用外部设备对故障部分进行元、部件更换及重新调试，并达到原设计要求。

3. 17. 3 维修性要求

a. 检测诊断应准确、快速，整个系统具有自检自校功能，故障巡回诊断至模块级，并以计算机屏幕显示及音响报警；

b. 提高系统的互换性和通用性；

c. 尽量采用模块化设计，积木式结构，便于拆装；

d. 具有良好的可达性；

e. 应有完善的防差措施和识别标志；

f. 保证系统维修安全；

g. 提高无维修设计能力，实现维修经济性；

h. 减少维修项目和降低维修成本；

i. 应符合维修人机工程要求；

j. 维修性用的配件和资料配套完整。

3. 18 人的因素

在设计中，应充分运用人机工程的设计准则和原理，使之在操作、控制、维修等活动中达到人机安全、可靠、提高工效和充分发挥设备的效能。

3. 19 部件详细要求

3. 19. 1 计算机

3. 19. 1. 1 选型

计算机选型首先满足兼容性的要求，其容量、速度及功能视三轴转台指标与技术合同而定。

3. 19. 1. 2 接口

按相关详细规范规定。

3. 19. 2 滑环部件

所用滑环部件，除特殊要求按相关详细规范规定外，应能满足以下要求：

- a. 接触电阻：不大于 0.1Ω ；
- b. 滑环间绝缘电阻：不小于 $400M\Omega$ ；
- c. 接触电阻变化量：不大于 $10m\Omega$ ；
- d. 环间电磁耦合：按相关详细规范规定；
- e. 寿命：按相关详细规范规定。

3. 19. 3 电子元器件及电气零部件的安装

设备的焊接、布线及安装按 QJ 165 规定。

3. 20 电磁兼容性

3. 20. 1 敏感度

本条所述三项对三轴转台抗干扰特性的要求，可根据相关详细规范选定其中一部分或全部。

3. 20. 1. 1 尖峰信号敏感度

将一个上升时间为 $0.5\mu s$ ，持续时间为 $10\mu s$ ，幅度为标称电源电压有效值两倍的尖峰信号加到电气系统的电源进线上时，受试的电气系统不应出现故障，并符合三轴转台相关详细规范要求。

3. 20. 1. 2 电压瞬态敏感度

将电源电压从标称电源电压高 10% 瞬变到高 30%，然后从标称电源电压低 10% 瞬变到低 30%，受试系统的性能允许暂时地降低，但在瞬态过程结束后，经过 30s 工作，应能自行恢复到三轴转台的正常工作状态并符合相关详细规范规定的性能要求。

3. 20. 1. 3 传导敏感度

3. 20. 1. 3. 1 30Hz~50kHz 试验

将频率范围为 30Hz~50kHz，幅度为 3V 有效值的信号加到受试验系统的电源线时，受试系统不应出现故障，并符合三轴转台相关详细规范的要求。

3. 20. 1. 3. 2 50kHz~400MHz 试验

将频率范围为 50kHz~400MHz，幅度为 1V 有效值，源阻抗为 50Ω 的信号源线，加到受试系统的电源线（不包括电源电缆）时，受试系统不应出现故障，并符合三轴转台相关详细规范的要求。

3. 20. 2 电磁发射

按相关详细规范规定。

3. 21 工作环境要求

- a. 温度： $23\pm 2^{\circ}C$ ；
温度变化率：小于 $1^{\circ}C/h$ ；
- b. 相对湿度：小于 80%；
- c. 风速：小于 $0.5m/s$ ；

d. 接地电阻: 小于 2Ω 。

4 质量保证规定

4.1 检验责任

除合同或三轴转台相关详细规范另有规定外, 承制方应负责完成本规范规定的所有检验。必要时, 订购方或上级鉴定机构有权对规范所述的任一检验项目进行检查

4.1.1 合格责任

所有产品必须符合规范第3章和第5章的所有要求, 本规范中规定的检验应成为承制方整个检验体系或质量保证大纲的一个组成部分。若合同或相关详细规范中有本规范未规定的检验要求, 承制方还应保证所提交的产品符合合同及相关详细规范的要求。

4.2 检验分类

本规范规定的检验分为:

- a. 鉴定检验;
- b. 质量一致性检验。

4.3 检验条件

除另有规定外, 应在下列规定的条件下进行检验。

4.3.1 环境

- a. 同 3.21 条要求;
- b. 周围环境: 实验室周围无强电磁场, 附近没有超过 2kW 突加、突卸负载和其它脉冲负载。

4.3.2 电源

$380 \pm 38V$, $50 \pm 1Hz$ (三相);
 $220 \pm 22V$, $50 \pm 1Hz$ (单相)。

4.3.3 气源

对于空气静压轴承三轴转台气源要求如下:

- a. 气源供气压力与流量: 按相关详细规范规定;
- b. 压力稳定度: 小于 1.5%;
- c. 气源露点: $-30^{\circ}C$;
- d. 气源尘粒: 小于 $2\mu m$;
- e. 气源温度: 实验室室温 $t \pm 2^{\circ}C$;
- f. 气源含油率: 小于 $1.2 \times 10^{-8}g/cm^3$ 。

4.3.4 地基

三轴转台应放置在相关详细规范所要求的隔震地基上进行检验。

4.3.5 测量仪器及设备

在检验过程中所使用的测量仪器及设备应在检定合格证有效期内。测试仪器的精度应比被测参数的精度至少高 3 倍。

4.4 鉴定检验

新三轴转台试制或改型的三轴转台，应从三轴转台中随机抽取一台进行鉴定检验。

4.4.1 检验项目

鉴定检验项目按表 3 规定，鉴定负责部门有权增减检验项目。

表 3

序号	检 查 项 目	要 求	检验方法	鉴定检验	质量一致性检验 (A 组)
1	尺寸、重量、标志、外观	3.3; 3.4 3.5; 3.6	4.6.1	✓	✓
2	功能试验	3.8.1	4.6.2	✓	✓
3	安全保护	3.11	4.6.3	✓	✓
4	性能特性	3.12.1 3.12.2 3.12.3 3.12.4	4.6.4	✓	✓
5	绝缘性能	3.12.5	4.6.5	✓	✓
6	用户信号通道	3.12.6	4.6.6	✓	✓
7	耗 能	3.13	4.6.7	✓	○
8	可靠性	3.16	4.6.8	✓	—
9	电磁兼容性	3.20	4.6.9	✓	○

注：①表中“✓”表示必做项目。

②“○”表示选做项目。

4.4.2 检验顺序

一般应按表 3 的项目顺序检验。根据具体情况，经订购方和承制方协商同意后允许变动。但原则上应遵循先检查，后试验。

4.4.3 合格判据

规定的鉴定检验项目全部符合要求时，判定三轴转台鉴定合格。若其中任何一项不符合规定要求，允许重新调整或更换零件、元件、组件后再次检验。第二次检验可以只检验

与更换及调整有关的项目和未进行检验的项目，第二次检验全部符合要求时，亦判定三轴转台鉴定合格。

第二次检验若再次出现不符合要求的项目，则判定鉴定检验不合格。

4.5 质量一致性检验

质量一致性检验只进行 A 组检验。

4.5.1 A 组检验

三轴转台需全部进行 A 组检验。

4.5.1.1 检验项目

检验项目按表 3 规定，也可以根据具体情况，经订货方与承制方协商后，可对检验项目进行增减。

4.5.1.2 检验顺序

按表 3 的项目顺序进行。

4.5.1.3 合格判据

规定的检验项目全部符合要求时，判定三轴转台检验合格。若其中任何一项不符合规定要求，允许重新调整或更换零件、元件、组件后再次检验。第二次检验可以只检验与更换及调整有关的项目和未进行检验的项目。第二次检验全都符合要求，亦判定三轴转台检验合格。

第二次检验不合格，允许排除故障后再重复一次，进行第三次检验。第三次检验又出现不符合要求的项目时，判定该三轴转台不合格。

4.6 检验方法

4.6.1 外观检查

用目视法，必要时配合相应的计量器具按 3.3、3.4、3.5、3.6 条要求进行检查。

4.6.2 功能试验

4.6.2.1 精密位置

选择三个任意给定位置，从两个方向驱动三轴转台，观察是否都能到达所给位置。

4.6.2.2 精密速率

按 3.12.3.1 条所规定的速率分三档： $0.0001 \sim 0.01^\circ / \text{s}$ ； $0.01 \sim 0.5^\circ / \text{s}$ ； $0.5 \sim 200^\circ / \text{s}$ ，在每一档中任选三种速率，分别操纵三轴转台以正反方向旋转，并进行定角测时或定时测角，观察功能是否正常。

4.6.2.3 陀螺伺服

用陀螺仪使系统闭路，如图 3 所示，观察三轴转台伺服回路工作是否正常，或根据相关详细规范检验伺服功能。

4.6.3 安全保护

三轴转台正常工作后，分别人为将电压降到规定电压的 70%、断气，观察安全保护

装置工作正常与否，各作三次，或按相关详细规范要求要求进行试验。

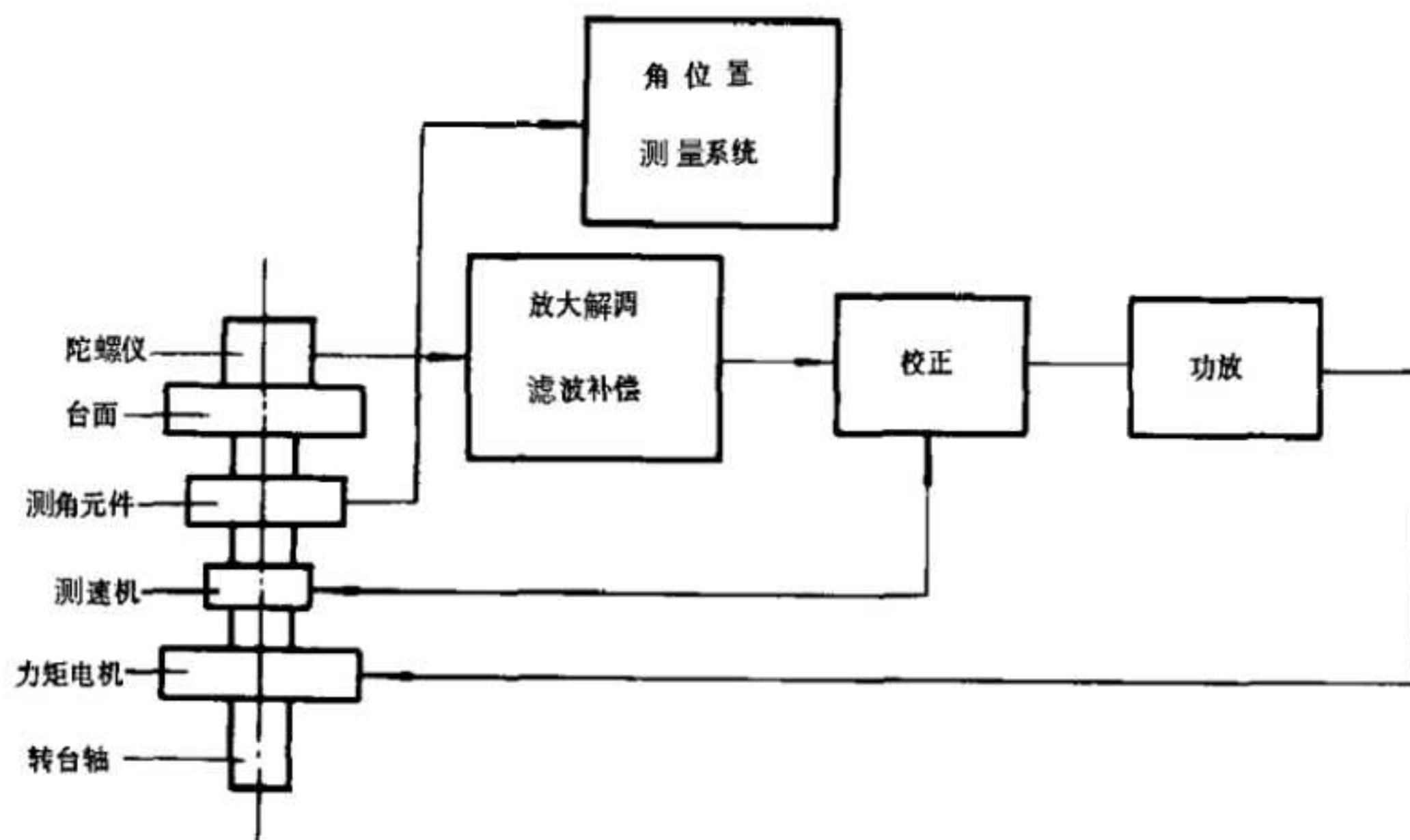


图 3

4.6.4 性能特性试验

4.6.4.1 机械台体

4.6.4.1.1 倾角回转误差

按 GJB 1801 方法 101 中的规定，分别对内框轴、中框轴、外框轴进行检验。

4.6.4.1.2 轴线垂直度

按 GJB 1801 方法 103 中的规定，分别对内框轴与中框轴、中框轴与外框轴之间进行检验。

4.6.4.1.3 三轴不相交度

检测仪器：准直光管、合象水平仪、球形目标。

检测方法：以立式三轴转台为例，检测情况简图如图 4 所示。在内框端面上安装一块安装板，在其上安装一个球形目标（目标座可以在 X、Y、Z 三个方向移动或转动）。在中框轴左端对面安装一台准直光管。在外框上安装一台合象水平仪。

具体方法如下：

- a. 用安装在外框上的水平仪和调平装置调整台体，使外框轴线垂直于水平面；
- b. 用水平仪调整光管的光轴处于水平，使中框轴在光管的视场内；

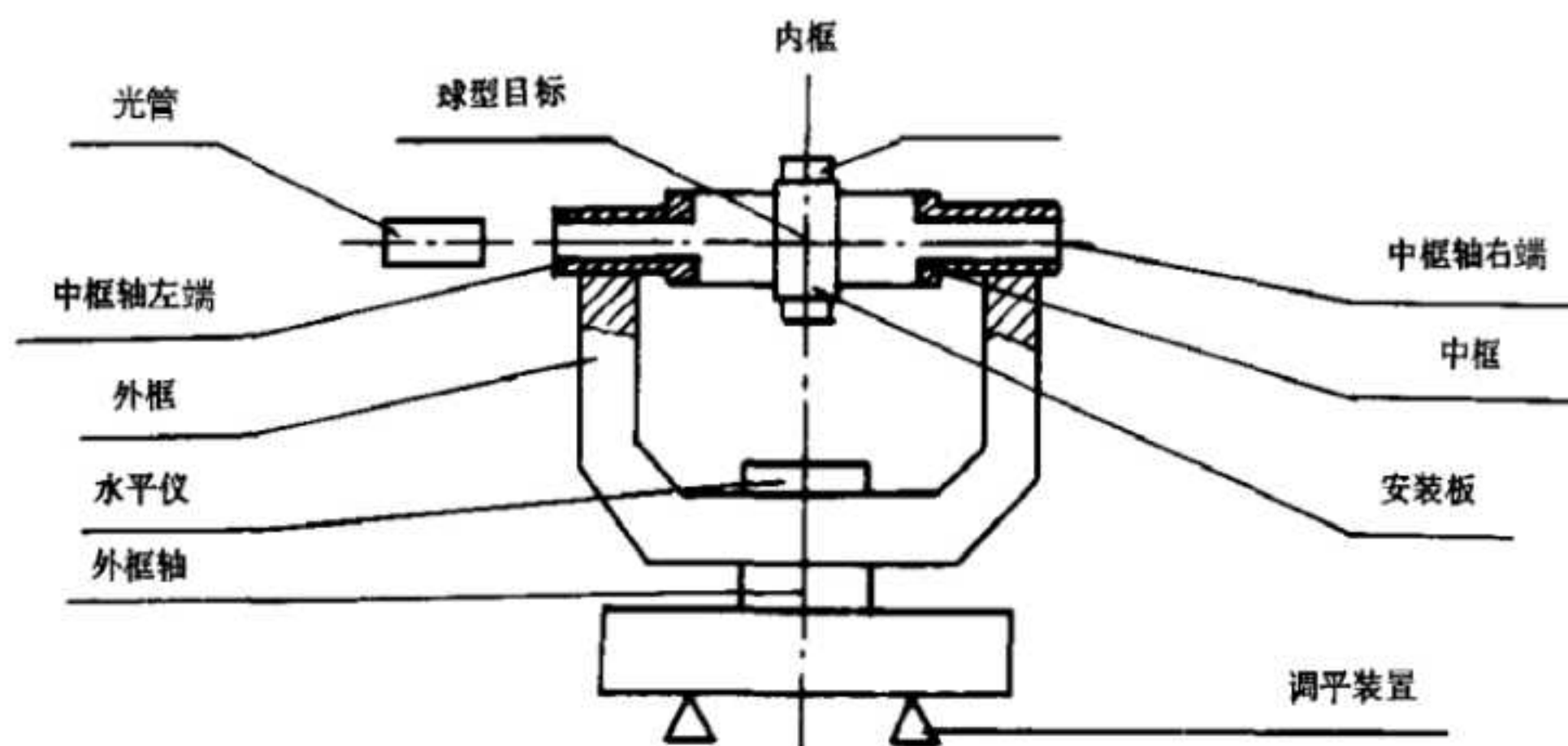


图 4

c. 用光管通过中框轴左端空腔, 对准球形中心, 转动中框轴, 使目标中心对准中框轴线;

d. 用光管通过内框轴上端空腔, 对准球形目标中心, 使目标中心对准内框轴线。

第一步求中框轴与外框轴的距离:

a. 光管通过中框轴左端空腔, 对准球形中心, 记录水平方向读数 $2s_1$;

b. 中框轴转动 180° , 记录水平方向读数 $2s_2$;

c. 按下式算出中框轴与外框轴的距离 A_1 :

$$A_1 = \frac{1}{2} (2s_2 - 2s_1) \dots\dots\dots (1)$$

d. 重复二次, 得 A_2 、 A_3 。

中框轴与外框轴的距离 A 可由下式求得:

$$A = \frac{1}{3} (A_1 + A_2 + A_3) \dots\dots\dots (2)$$

1、2 式中: A_1 、 A_2 、 A_3 — 分别为三次相应按公式 1 计算的中框轴与外框轴的距离, mm;

s_1 、 s_2 — 分别为水平方向光管的读数和转动 180° 光管读数, mm;

A — 三次计算的中框轴与外框轴距离的平均值, mm。

第二步求内框轴与中框轴的距离:

- a. 光管通过内框轴上端空腔, 对准球形目标中心, 记录垂直方向读数 $2s_3$;
 b. 中框轴转动 180° , 记录垂直方向读数 $2s_4$;
 c. 按下式算出内框轴与中框轴的距离 B_1 :

$$B_1 = \frac{1}{2} (2s_4 - 2s_3) \dots\dots\dots (3)$$

- d. 重复二次, 得 B_2 、 B_3 。

内框轴与中框轴的距离 B 可由下式求得:

$$B = \frac{1}{3} (B_1 + B_2 + B_3) \dots\dots\dots (4)$$

3、4 式中: B_1 、 B_2 、 B_3 — 分别为三次相应按公式 3 计算的内框轴与中框轴的距离, mm;

s_3 、 s_4 — 分别为垂直方向光管的读数和转动 180° 光管的读数, mm;

B — 三次计算的内框轴与中框轴距离的平均值, mm。

第三步求内框轴与外框轴的距离:

- a. 光管通过内框轴上端空腔, 对准球形目标中心, 记录水平方向读数 $2s_5$;
 b. 外框轴转动 180° , 记录水平方向读数 $2s_6$;
 c. 按下式算出内框轴与外框轴的距离 C_1 :

$$C_1 = \frac{1}{2} (2s_6 - 2s_5) \dots\dots\dots (5)$$

- d. 重复二次, 得 C_2 、 C_3 。

内框轴与中框轴的距离 C 可由下式求得:

$$C = \frac{1}{3} (C_1 + C_2 + C_3) \dots\dots\dots (6)$$

三轴不相交度 D 按下式算出:

$$D = \sqrt{A^2 + B^2 + C^2} \dots\dots\dots (7)$$

5~7 式中: C_1 、 C_2 、 C_3 — 分别为三次相应按公式 5 计算的内框轴与外框轴的距离, mm;

s_5 、 s_6 — 分别为水平方向光管的读数和转动 180° 光管的读数, mm;

C — 三次计算的内框轴与外框轴距离的平均值, mm;

D — 三轴不相交度, mm。

检测时应注意光管的正、负号。每次检测时必须使光管对准目标分划板面。

4. 6. 4. 1. 4 夹紧装置

按 GJB 1807 中 4.6.4.1.5 条的规定进行。

4.6.4.1.5 空气轴承的力矩刚度

按 GJB 1807 中 4.6.4.1.4 条的规定进行。

4.6.4.1.6 底座

4.6.4.1.6.1 水平调整

按 GJB 1807 中 4.6.4.1.7 条的规定进行。

4.6.4.1.6.2 方位调整

检测仪器：光管、多面棱体或平面镜。

检测方法：底座上放置多面棱体或平面镜，光管对准多面棱体或平面镜的工作面，按分辨率的要求进行微调，通过光管观察底座的转动。光管的读数应符合 3.12.1.9.2 条的要求。

4.6.4.1.7 定位销

用目视法按 3.12.1.10 条的要求进行。

4.6.4.2 位置工作状态

角位置测量精度、角位置测量分辨率、角位置测量重复性按 GJB 1801 中方法 104 角位置测量试验的规定进行。

角位置定位精度、角位置定位重复性按 GJB 1801 方法 106 角位置定位试验的规定进行。

4.6.4.3 三轴速率

4.6.4.3.1 精密速率工作状态

速率精度、速率平稳性、速率分辨率按 GJB 1801 方法 107 角速率试验的规定进行。

4.6.4.3.2 测速机速率工作状态

按 3.12.3.2 条要求的每一档中，选最高速率，按 GJB 1801 方法 107 角速率试验的规定进行。

4.6.4.4 伺服工作状态

按 GJB 1807 中 4.6.4.4 条方法进行。

4.6.5 绝缘性能

4.6.5.1 绝缘电阻

用直流电压 500V，精度 1.0 级的兆欧表或绝缘自动检测仪测量。

4.6.5.2 绝缘介电强度

按相关详细规范规定的测量点和 3.12.5.2 条的要求，三轴转台处于非工作状态，用容量为 0.5kVA，频率为 50Hz 的绝缘介电试验器检测，电压从零开始在 5~10s 之内，逐渐升到额定值，保持 1min，再降回到零。

试验在各独立电路、各独立电路和机壳之间逐一进行。

4.6.6 用户信号

检测仪器：数字万用表、接触电阻测量仪、500V 兆欧表。

检测方法：按相关详细规范规定的插座上的测量点和 3.12.6 条的要求，在三轴转台不工作的状态下，进行以下各项检测：

- a. 用数字万用表测量各通道电阻值；
- b. 按 GJB 1801 中方法 108 的 4.2.2 条 b 的方法 2 检测各通道的电阻变化量；
- c. 用 500V 兆欧表测量通道间的、通道对壳体的绝缘电阻。

通道间电磁耦合的检测方法按相关详细规范规定。

4.6.7 耗能

用精度不低于 1% 的功率表，测量三轴转台在启动和正常工作情况下的功率。

4.6.8 可靠性

4.6.8.1 平均故障间隔时间

平均故障间隔时间的检验方案按相关详细规范规定。

4.6.8.2 一次连续工作时间

连续启动三轴转台，每次工作 24h，启动间隔时间 12h 以上，三次均工作正常，判定合格。如果其中有一次工作不正常，可以顺延再做，只要连续三次工作正常，即可判定合格。如果顺延超过三次，或连续二次工作不正常，则判定不合格。

表征工作正常的具体指标，按相关详细规范规定。

4.6.8.3 贮存期限

贮存期限的试验按相关详细规范规定。

4.6.9 电磁兼容性

4.6.9.1 敏感度

4.6.9.1.1 尖峰信号敏感度试验

检测方法按 GB 6833.2 中 3.2 条规定。

4.6.9.1.2 电压瞬态敏感度

检测方法按 GB 6833.4 中 3.2 条规定。

4.6.9.1.3 传导敏感度

检测方法按 GB 6833.6 规定。

4.6.9.2 电磁发射

按相关详细规范的规定。

5 交货准备

5.1 封存和包装

按 GJB 145 和相关详细规范的规定。

5.2 装箱

按相关详细规范的规定。

5.3 运输和贮存

5.3.1 运输

按机械台体、电气柜两大部分整机装箱用专车公路运输或按相关详细规范的规定。

5.3.2 贮存

按相关详细规范规定。

5.4 标志

5.4.1 一般标志

三轴转台包装箱应标明：产品名称及代号、包装箱号、重量、箱体尺寸（长×宽×高）、总数量、装箱日期。

5.4.2 储运标志

储运标志按 GB 191 规定。

6 说明事项

6.1 预定用途

三轴转台主要用于惯性平台的测试、标定、鉴定，也可用于陀螺仪、加速度计的测试。

6.2 术语

按 GJB 585、GJB 1801 的规定。

6.3 保修期规定和职责

按相关详细规范的规定或技术合同的要求。

6.4 交货技术文件

- a. 技术说明书（含外形图、机械台体总装图、安装图、电路图、接线图）；
- b. 使用维护说明书；
- c. 三轴转台配套清单；
- d. 产品证明书。

附加说明:

本规范由中国航天工业总公司提出。

本规范由中国航天工业总公司七〇八所归口。

本规范由哈尔滨工业大学惯导测试设备研究中心负责起草。

本规范主要起草人：冯幼田、刘升才、苏宝库、王芬、付文友。

计划项目代号：93311。

中国航天工业总公司
航天工业行业标准
三轴转台通用规范
QJ 2780-95

中国航天工业总公司第七〇八研究所出版发行
七〇八所排版印刷
1995年12月出版