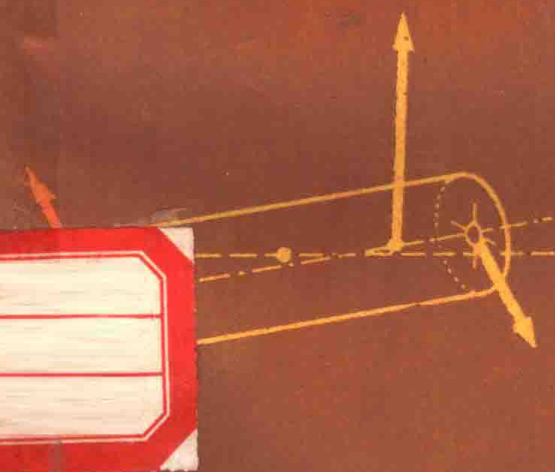


平衡技术基础知识浅谈

PINGHENG JISHU JICHU ZHISHI QIANTAN

廖日岳 译
周士炎 校



吉林人民出版社

平衡技术基础知识浅谈

(西德) 耶鲁德博士著

吉林人民出版社

平衡技术基础知识浅谈

〔西德〕斯奈德博士 著

廖日岳 译 周士炎 校

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

长春市第二印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 印张: $3\frac{1}{2}$ 72,000字

1982年8月第1版 1982年8月第1次印刷

印数: 1—5,010册

书号: 15091·187 定价: 0.33元

对《平衡技术基础知识浅谈》 (1979年版)一书的评价

本书是由西德申克公司的W·斯奈德博士领导编写的一部有关“动平衡基础知识”的小册子，适于初中以上文化程度的读者阅读。本书通俗易懂，阐述条理性好。各章均有自我测验题和解答，适合自学用。本书内容精练，按原编者考虑，用五天时间（每天花1.5—2.5小时）即可学完全书。此类书国内目前尚不多见，它的出版，定能受到广大从事动平衡工作的读者的欢迎。

北京航空学院教授 周士炎

一九八一年五月二十六日

目 次

一、学习计 划 介 绍	(1)
1.1 提 要	(1)
1.2 教学步骤	(2)
1.3 学习方法	(2)
1.4 学习时间	(3)
1.5 入学和结业考试试题	(3)
二、为什么要平衡?	(8)
2.1 动态加载	(8)
2.2 安全、可靠	(8)
2.3 使用价值	(9)
三、什么物体需要平衡?	(9)
四、离心力	(11)
4.1 产生不平衡振动的原因	(11)
4.2 牛顿定律	(12)
4.3 计算离心力的近似公式	(13)
4.4 力的单位	(14)
4.5 内离心力——自由离心 力	(15)
4.6 平衡的目的	(16)
4.7 内离心力的作用	(17)
五、不平衡	(18)
5.1 “不平衡振动”	(18)
5.2 极限不平衡振动	(18)
5.3 有效范围	(20)
5.4 不平衡的定义	(22)
5.5 不平衡的表示法	(24)

5.6	轴 线	(25)
5.7	静不平衡	(26)
六、	平衡试验中所采用的矢量计 算 法	(27)
6.1	矢 量	(27)
6.2	矢量的表示法	(27)
6.3	矢量的相加	(28)
6.4	多边形相加法	(30)
6.5	矢量的分解	(31)
6.6	转 矩	(32)
6.7	几个转矩的和	(34)
6.8	平行矢量的分解	(36)
6.9	矢量的分解	(37)
6.10	几个平行矢量可用一个矢量来替代	(33)
6.11	矢量的轴向移动	(40)
6.12	力矩和合力	(41)
6.13	矢量计算法的实例和自我测验	(42)
七、	不平衡量的校正	(45)
7.1	不平衡量的补偿法	(45)
7.2	两个分力的分解	(46)
7.3	若干个分力的分解	(48)
八、	转子的不平衡、定义和 术 语	(49)
8.1	偶不平衡	(49)
8.2	纯动不平衡	(50)
8.3	偶不平衡的值	(50)
8.4	中心主惯性轴	(51)
8.5	不平衡定义的商榷	(52)
九、	转子的静力学规则	(53)
9.1	以两个平面内的不平衡矢量表示法	(53)
9.2	转子——有两个支点的梁	(54)

9.3	偶不平衡和不平衡合力的分解	(55)
9.4	合力在任意平面时的偶不平衡	(57)
9.5	不平衡含量和最小偶不平衡	(58)
	第一次中间测验试题	(59)
十、	不平衡表示法——不平衡校正 举例	(61)
10.1	“摇晃”不平衡	(61)
10.2	偶不平衡	(62)
10.3	动不平衡	(63)
10.4	静不平衡	(64)
10.5	不平衡合力	(65)
	习 题	(66)
十一、	ISO 对不平衡状态的定义	(67)
11.1	原 理:	(67)
11.2	“静不平衡”的定义	(67)
11.3	“准静不平衡”的定义	(68)
11.4	偶不平衡	(69)
11.5	动不平衡	(71)
十二、	如何实现平衡?	(72)
	第二次中间测验试题	(74)
十三、	用静平衡还是用动平衡?	(77)
13.1	术语的定义	(77)
13.2	静、动平衡选用准则	(79)
十四、	挠性转子的校正	(80)
14.1	原理、V 形变形	(80)
14.2	S 形变形	(81)
14.3	最优化的问题	(81)
14.4	平衡实践	(82)
十五、	平衡机	(83)
十六、	不平衡 允 差	(84)

16.1	选取原则.....	(84)
16.2	ISO 1940国际标准.....	(85)
16.3	优良度等级.....	(86)
16.4	优良度等级的选择.....	(87)
	小 结.....	(88)
十七、	符合平衡工艺要求的图纸.....	(89)
	总复习题.....	(92)
	总 结.....	(94)
	入学和结业考试试题答案.....	(99)

一、学习计划介绍

平衡、不平衡量、平衡机等术语，你们以前一定碰到过。你们也许和其他人一样，同样也有这样的体会：如作仔细推敲，这些术语你们可能还不十分清楚，还难以下定义。

1.1 提 要

你能回答以下问题吗？

1. 什么叫平衡？
2. 什么叫不平衡量？
3. 转子的不平衡量定义是什么？
4. 人们如何补偿不平衡量？
5. 不平衡校正是否与转速有关？
6. 静不平衡和动不平衡有什么区别？
7. 什么叫偶不平衡和不平衡力矩？
8. 重心偏移和不平衡之间存在什么关系？
9. 多大的不平衡允差是允许的？
10. 有哪些与不平衡有关的问题设计员必须遵守？

你可能会想，你都想了解这些问题，但谁也没有这么多的时间呀！

为此，我们愿意帮助你，本学习计划就能使你在极短的时间内了解平衡试验的所有基本原理。根据现代的渐进教学法，我们编写了这本教材。

按这种学习方法，你不但可以节省时间，并且还能学到比一般教科书中更多的知识。

至于如何学习，应当做什么等，请你看下文便可知晓了。

1.2 教学步骤

本教材分为几个独立单元，每个单元都配有一定的作业。通过完成这些作业，你将消化这些内容。你一旦熟悉这种方法，且相信这种方法，你们就会感到莫大的愉快。

1.3 学习方法

第一步是阅读教材，找出疑点。

做作业。将你的回答与题解或答案进行比较。

如果你所遇见的问题基本解答正确，那末你可转入学习下一个题目的内容。

如果你的解答是错的，你应当考虑一下为什么错，再仔细阅读一遍有关的教材内容。

在本教材中，你将碰到各式各样的问题。

除一般问答题外，还有一些填空问答题。请依此，作正确的回答。

如果问答题中要求选题回答，如(A)(B)等，你认为正确的，则在前面打个“√”。

由于本学习计划还包括有画图 and 计算题，所以必须准备铅笔、直尺，可能还要一个袖珍计算尺。

不要急于翻看答案，除非你自己已写下了答案。学习总是要花一定功夫的。

不下苦功夫，不能达到预期的效果。

1.4. 学习 时间

本学习计划有一个优点是，学习速度可根据本人情况而定。

别忘记要注意阶段性的休息。

若干次 5~10 分钟 的 短时休息，可大大地提高教学效果。

我们建议，整个教学内容分为五个单元，用连续五天时间学完。

第一单元 1~17页	约 2~3小时
第二单元18~26页	约 2~3小时
第三单元27~53页	约 1~2小时
第四单元54~71页	约 1~2小时
第五单元72~93页	约 1~2小时
期末测验	约0.5~1小时

学习前，请先考虑一下，你自己已经知道了多少。学完后可进行对比。

1.5 入学和结业考试试题

(1) 平衡能给下列哪些项目带来直接的好的影响？

☐ a	装配时间
☐ b	质 量
☐ c	断裂转速
☐ d	寿 命
☐ e	使用价值
☐ f	安 全
☐ g	生产费用

h	销 售 额
i	环境保护
j	支承载荷
l	工作温度
m	地基载荷
n	谐振转速
o	谐振时的特性
p	噪声电平

(2) 求离心力, 采用什么公式?

采用何种单位, 以何种字母表示?

$$\overline{F} = \text{ — — — }$$

(3) 计算离心力近似值的公式是什么? 各参量用何单位? 计算所得结果的单位是什么?

$$\overline{F} = \text{ — — — }$$

(4) 10 N (牛顿) $\approx$ — — —

(5) 平衡只能降低 — — — 振动。

将下列正确术语填入括号内:

- | | |
|-----------|---------|
| (a) 旋转 | (d) 谐波 |
| (b) 旋转频率 | (e) 非谐波 |
| (c) 离 心 力 | (f) 正弦波 |

(6) 只有当转子 (a)、刚性转子 (b)、挠性转子时, 才能将不平衡量在任何两平面上分解, 并在那里进行补偿。

(7) 当转子的转速低于其固有频率 (谐振频率) 的 0.8 | 0.5 | 0.3 时 一般可认为它是刚性转子。

(8) 选择下列术语填入空格内

a. 围绕 _____ 轴线旋转时, 不会产生自由离心力。

b. _____ 轴线是连接轴颈中心的一条直线。

c. 当转子的 _____ 轴线与其——轴线相重合时，转子将处于平衡状态。

旋 转 轴 线	转子轴线
轴 线	惯性轴线
主惯性轴线	几何轴线
物 体 轴 线	中心主惯性轴线

(a) 平衡的目的在于补偿 _____ 离心力只能由支承来承受的那种离心力。

(10) 偶不平衡包括两个大小 _____ 和方向 _____ 的不平衡量，它们与轴线并不交在同一点上。

(11) 偶不平衡的某一个不平衡分力和两个分力间距离的乘积称之为 _____。

(12) 不平衡合力的轴向位置

会	不 会
---	-----

 影响偶不平衡的大小和方位。

(13) 转子的重心不平衡或 _____ 可由转子的质量与重心对轴线的距离 e 相乘而求得：

$$\bar{U}_s = \underline{\hspace{2cm}}$$

(14) 按照静力学规则，可以在不改变转子的不平衡状态的情况下将不平衡矢量分解为

两平衡面上的分量

 =

沿轴平面上的分量

(15) 选择下列正确术语填入空格内

a. 若中心主惯性轴线交轴线于重心，我们说此时转子存在有 _____ 不平衡。

b. 若中心主惯轴线既不与轴线相交，也不与它平行，则转子存在有 _____ 不平衡。

c. 若中心主惯性轴线与轴线平行，则转子存在

有_____不平衡。

d. 若中心主惯轴线在重心以外一点上与轴线相交, 则转子存在有_____不平衡。

动不平衡

静不平衡

准静不平衡

偶不平衡

(16) 优良度等级G等于_____与角速度 ω 的乘积:

$$G = \text{_____} \cdot \omega, \text{ 单位为 } \text{_____}.$$

(17) 求算下列各题:

a. 当转子优良度等级为 G 16, 旋转速度 3,000 转/分时, 请问可允许的转子重心偏移 $\bar{e}$ 约有多少?

$$\omega = \frac{n}{10} \text{ s}^{-1}$$

$$\bar{e} = \text{_____}$$

b. 当转子质量为 100 公斤时, 求相应的不平衡量?

$$\bar{U} = \text{_____}$$

(18) 在平衡挠性转子时, 必须使_____应尽可能小。

(19) 挠性转子第一步应在_____条件下进行(预)平衡。

选择下列适当的术语填入空格内

a. 在谐振区

b. 工作速度

c. 刚性

(20) ISO 1940 国际标准将转子的优良度等级分

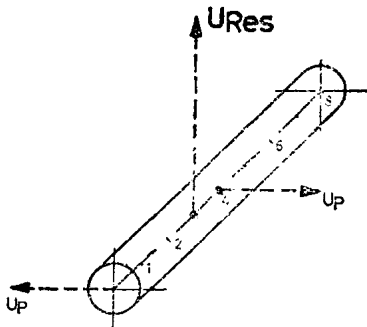
为0.4~4,000。其中_____级需要最高的平衡精度。

(21) 下列三题,你认为哪题是正确的。

- 不平衡允差是以重心偏移 μm 给出的。
- 不平衡允差是以允许的不平衡合力和不平衡力矩给出的。
- 不平衡允差可用单位公斤转子质量的允许不平衡量多少个克·毫米来表示。

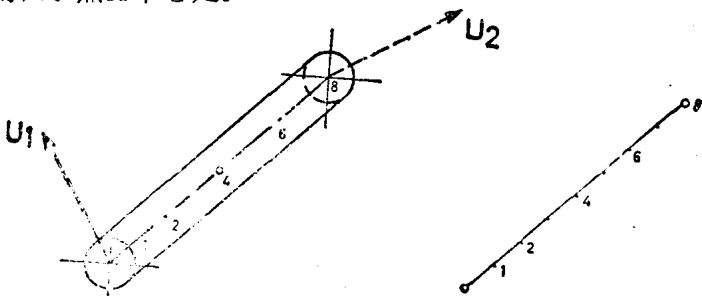
(22) 在设计一个转子时在平衡方面应该考虑什么要求?

(23) 从设计的观念考虑,转子上会出现图中所示的不平衡量,请在进行不平衡校正的那个端面上画出其不平衡量的总和。



(24) 请从 $\overline{U}_1$ 和 $\overline{U}_2$ 计算出其不平衡合力 $\overline{U}_{Res}$ 和偶不平衡 $\overline{U}_o$ 。

要求偶不平衡的两个分力位于两个端面上,而不平衡合力则位于点A中心处。



二、为什么要平衡？

由于要高质量，增大旋转速度以及要设计轻便结构，所以平衡试验比以往任何时候都显得更加重要了。

2.1 动态加载

不平衡部件的旋转所引起的振动，在高速旋转下将变得特别显著。诸如，支承、悬件、衬套以及地基均会由于这个缘故而大大地增加负载。磨损也增加，在某种情况下还存在有发生疲劳断裂的危险。所以，具有不平衡部件的机器常常寿命较短。

2.2 安全、可靠

除了降低机器寿命以外，振动及摇摆也会降低机器的操作安全和可靠性。例如，由于螺钉或连接件的摩擦力降低，所以，螺钉、螺母以及其它零件就会产生松动，最终危及人的生命和机器的寿命。

电气开关由于振动会产生故障，电路在接头处会出现断开的现象。

振动会降低机器的使用质量。用旋转不均匀的手钻钻孔，就比较困难，加剧对操作工人的疲劳影响。所以，工作不久就会感到疲乏。

习 题：

为什么车辆的不平衡会影响交通工具的操纵呢？

因为驾驶盘会出现摆动，从而降低驾驶安全 和 方向稳定性。

2.3 使用价值

机床的振动会极大地影响所生产的产品的质量。

产生振动的磨床或木材加工机床就会不精确地运转，从而得到不令人满意的结果。

除降低使用价值外，振动还会降低产品的销售量。剧烈振动的烹调用具，象按摩机一样振动的真空清洁器以及一辆车身剧烈振动，在车上难于交谈的汽车——这样的产品要卖出去是很难的。

诚然，机床的无振动地运转经常可视为其质量好坏的一种标志。

平衡可提高产品质量，从而，按照产品的不同，可以提高机器的寿命、安全性、工作精度、销售量以及使用价值。所以，制造厂和用户均需要增加对机器和各种型式的转子进行平衡测试。

三、什么物体需要平衡？

我们以汽车为例，看看发动机和车辆哪些 部 件 应 该 平衡？

汽车上，几乎所有快速旋转部件都要经过平衡。诸如，风扇、曲轴、飞轮、离合器、传动轴、车轮、轮胎、发动机总成以及电动机械，如挡风玻璃刮水器、马达或交流电动马达。

对于机械，尤其是电气机械，电力传动装置通常离不开