

GB

中国

国家

标准

汇编

2014年 修订-17



中国标准出版社

中国国家标准汇编

2014 年修订-17

中国标准出版社 编

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

中国国家标准汇编:2014年修订.17/中国标准出版社编.—北京:中国标准出版社,2015.12
ISBN 978-7-5066-7953-4

I.①中… II.①中… III.①国家标准-汇编-中国-2014 IV.①T-652.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 179909 号

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

开本 880×1230 1/16 印张 34.5 字数 1 063 千字
2015 年 12 月第一版 2015 年 12 月第一次印刷

定价 220.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

出版说明

1.《中国国家标准汇编》是一部大型综合性国家标准全集。自1983年起,按国家标准顺序号以精装本、平装本两种装帧形式陆续分册汇编出版。它在一定程度上反映了我国建国以来标准化事业发展的基本情况和主要成就,是各级标准化管理机构,工矿企事业单位,农林牧副渔系统,科研、设计、教学等部门必不可少的工具书。

2.《中国国家标准汇编》收入我国每年正式发布的全部国家标准,分为“制定”卷和“修订”卷两种编辑版本。

“制定”卷收入上一年度我国发布的、新制定的国家标准,顺延前年度标准编号分成若干分册,封面和书脊上注明“20××年制定”字样及分册号,分册号一直连续。各分册中的标准是按照标准编号顺序连续排列的,如有标准顺序号缺号的,除特殊情况注明外,暂为空号。

“修订”卷收入上一年度我国发布的、被修订的国家标准,视篇幅分设若干分册,但与“制定”卷分册号无关联,仅在封面和书脊上注明“20××年修订-1,-2,-3,……”字样。“修订”卷各分册中的标准,仍按标准编号顺序排列(但不连续);如有遗漏的,均在当年最后一分册中补齐。需提请读者注意的是,个别非顺延前年度标准编号的新制定的国家标准没有收入在“制定”卷中,而是收入在“修订”卷中。

读者配套购买《中国国家标准汇编》“制定”卷和“修订”卷则可收齐由我社出版的上一年度我国制定和修订的全部国家标准。

3. 由于读者需求的变化,自1996年起,《中国国家标准汇编》仅出版精装本。

4. 2014年我国制修订国家标准共1611项。本分册为“2014年修订-17”,收入新制修订的国家标准6项。

中国标准出版社

2015年8月

目 录

GB/T 16907—2014 离心泵技术条件(Ⅰ类) 1

GB 16915.1—2014 家用和类似用途固定式电气装置的开关 第1部分:通用要求 75

GB 16916.1—2014 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCCB)
第1部分:一般规则 161

GB 16917.1—2014 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO)
第1部分:一般规则 289

GB/T 16927.4—2014 高电压和大电流试验技术 第4部分:试验电流和测量系统的定义
和要求 427

GB 16930.1—2014 盲杖 第1部分:安全色标志 537



中华人民共和国国家标准

GB/T 16907—2014
代替 GB/T 16907—1997



2014-05-06 发布 2014-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 16907—1997《离心泵技术条件(Ⅰ类)》，与 GB/T 16907—1997 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 删除了前言(见 1997 年版的 ISO 前言)；
- 删除了引言(见 1997 年版的引言)；
- 修改了本标准的适用范围(见第 1 章, 1997 年版的第 1 章)；
- 修改了标准的规范性引用文件(见第 2 章, 1997 年版的第 2 章)；
- 修改了对 NPSHR 试验使用的液体的要求(见 4.1.3, 1997 年版的 4.1.2)；
- 删除了参考文献 ISO 427:1983 及其在标准中的引用(见 1997 年版的附录 J 和附录 L)。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国泵标准化技术委员会(SAC/TC 211)归口。

本标准起草单位：上海凯士比泵有限公司、上海电力修造总厂有限公司、上海凯泉泵业(集团)有限公司、南京蓝深制泵集团股份有限公司、山东博泵科技股份有限公司、新界泵业集团股份有限公司、合肥新沪屏蔽泵股份有限公司、湖南湘电长沙水泵有限公司、山东双轮股份有限公司、山东颜山泵业有限公司、浙江华泵科技有限公司、沈阳水泵研究所。

本标准主要起草人：潘再兵、潘国民、卢熙宁、陈斌、翟鲁涛、许敏田、汪细权、李茜、王家斌、韩锋杰、陈潜、胡樊昌。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 16907—1997。

离心泵技术条件(I 类)

1 范围

本标准规定了离心泵(以下简称泵)的术语和定义、设计、材料、工厂检查和试验、发运准备、责任。
本标准适用于较高要求条件下的工业用泵。
本标准不适用于蓄能泵,石油、重化学和天然气工业用泵。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 3216 回转动力泵 水力性能验收试验 1级和2级
GB/T 3767 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方近似自由场的工程法
GB/T 4662 滚动轴承 额定静载荷
GB/T 5661 轴向吸入离心泵 机械密封和软填料用空腔尺寸
GB/T 6062 产品几何技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 接触(触针)式仪器的标称特性
GB/T 6391 滚动轴承 额定动载荷和额定寿命
GB/T 7021 离心泵名词术语
GB/T 7306.1 55°密封管螺纹 第1部分:圆柱内螺纹与圆锥外螺纹
GB/T 7307 55°非密封管螺纹
GB/T 9113 整体钢制管法兰
GB/T 9115 对焊钢制管法兰
GB/T 9239.1 机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分:规范与平衡允差的检验
GB/T 15530(所有部分) 铜合金法兰
GB/T 17241(所有部分) 铸铁管法兰
JB/T 8097 泵的振动测量与评价方法
JB/T 8098 泵的噪声测量与评价方法
ISO 4863 弹性联轴器 用户和制造者提供的资料(Resilient shaft couplings—Information to be supplied by users and manufacturing)

3 术语和定义

GB/T 7021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

正常条件 normal conditions
预计的通常工作条件。

3.2

额定条件 rated conditions
规定的保证点工作条件,包括流量、扬程、功率、效率、汽蚀余量、吸入压力、温度、密度、黏度和转速。

3.3

工作条件 operating conditions

由给定的用途和输送液体决定的各种工作参数(如温度、压力)。

注：这些参数将影响泵的结构型式和结构材料。

3.4

允许工作范围 allowable operating range

制造商/供货商确定的在规定工作条件下所提供的泵的流量范围。它受到汽蚀、发热、振动、噪声、轴的挠度和其他类似条件的限制,范围的上限和下限分别用最大和最小连续流量表示。

3.5

泵壳最大允许工作压力 maximum allowable casing working pressure

在规定工作温度下泵壳适用的最高出口压力。

3.6

基本设计压力 basic design pressure

由承压零件所用材料在 20 ℃时的许用应力导出的压力。

3.7

最大出口工作压力 maximum outlet working pressure

最大入口压力加上额定条件下所用叶轮的最大差压的和。

3.8

额定出口压力 rated outlet pressure

在保证点额定流量、额定转速、额定入口压力和密度下的泵出口压力。

3.9

最大入口压力 maximum inlet pressure

泵在工作时所受到的最大入口压力。

3.10

额定入口压力 rated inlet pressure

在保证点工作条件下的入口压力。

3.11

最高允许温度 maximum allowable temperature

规定的工作压力下输送规定的工作流体时适合于设备(或术语所指的任何零件)的最高允许持续温度。

3.12

额定输入功率 rated power input

额定条件下泵需要的功率。

3.13

最大动密封压力 maximum dynamic sealing pressure

在任一规定运行状况下以及在启动和停机过程中轴封处预计的最高压力。

注：确定此压力时应考虑最大入口压力、循环或注入(冲洗)液体的压力以及内部间隙改变产生的影响。

3.14

最小允许流量 minimum permitted flow

按稳定流动和热流体流动分别定义如下：

- a) 对稳定流动:是指泵可以工作而不会发生超过本标准强制性规定限度的噪声和振动时的最小流量。
- b) 对热流体流动:是指在泵能工作且输送液体温度仍保持低于装置汽蚀余量与必需汽蚀余量相

等时的温度的情况下的最小流量。

3.15

腐蚀余量 corrosion allowance

被所输送液体浸蚀的零件,其壁厚超过理论壁厚的量。理论壁厚是指为经受住 4.4.2.2 和 4.4.2.4 给出的极限压力所需要的壁厚。

3.16

最高允许连续转速 maximum allowable continuous speed

制造商允许泵连续运行的最高转速。

3.17

额定转速 rated speed

满足额定条件所需要的泵的单位时间转数。

注:感应电动机运转时,其转速是其所承受的负载的函数。

3.18

自停转速 trip speed

独立的紧急超速装置关闭原机动作时的转速。

3.19

第一临界转速 first critical speed

旋转零部件的最低横向自然振动频率与旋转频率相一致的转速。

3.20

设计径向负荷 design radial load

在设计液体密度(通常 $1\,000\text{ kg/m}^3$)条件下泵使用最大叶轮(直径和宽度)在最高转速性能曲线的制造商规定范围内工作时所受到的最大水力径向力。

3.21

最大径向负荷 maximum radial load

在最大液体密度条件下泵使用最大叶轮(直径和宽度)在最高转速性能曲线的任一点工作时所受到的最大水力径向力。

3.22

轴的径向跳动 shaft runout

在轴处于水平位置的情况下用手转动由轴承支承的轴时,由测量轴相对轴承箱位置的装置所指示的总径向偏移量。

3.23

端面跳动 face runout

用手转动处于水平位置由轴承支承的轴时,由附于轴上并随轴一起旋转的装置所指示的在填料函外径向端面处的总轴向偏移量。

径向端面是指决定密封部件对中性的平面。

3.24

轴的挠度 shaft deflection

轴因响应作用在叶轮上的水力径向力而偏离其几何中心的位移。

注:轴的挠度不包括轴在轴承间隙范围内倾斜所引起的轴位移和由叶轮不平衡或轴的径向跳动所引起的轴弯曲。

3.25

循环(冲洗) circulation (flush)

输送液体经外部管路或内部通道从高压区至密封腔的回流。回流液体用来带走密封处所产生的热

量或使密封腔保持正压,或者经处理以改善密封工作环境。

注:在某些情况下,从密封腔至低压区(例如入口)的循环方式或许是最理想的。

3.26

注入(冲洗) injection (flush)

从外部液源引来合适的(清洁的、相容的等)液体注入密封腔中然后进入输送液体中。

3.27

遏止 quenching

在主轴封处的大气侧连续地或间断地引入合适的(清洁的、相容的等)液体用以排除空气或湿气,清除沉淀物(包括结冰)或阻止其生成,润滑辅助密封,熄灭火花,稀释、加热或冷却泄漏液。

3.28

隔离液(缓冲液) barrier liquid(buffer)

在两个密封(机械密封和/或软填料)之间引入的一种合适的(清洁的、相容的等)液体。

注:隔离液的压力取决于密封配置情况。隔离液可以用来阻止空气进入泵里。通常,隔离液较输送液体易于密封,并且一旦发生泄漏,产生的危害性也较小。

3.29

节流衬套(安全衬套) throttle bush(safety bush)

设在密封外端的围绕轴(或轴套)间隙很小的限流衬套,旨在降低密封失效时的泄漏。

3.30

喉部衬套 throat bush

设在密封(或填料)和叶轮之间的围绕轴(或轴套)间隙很小的限流衬套。

3.31

压力壳 pressure casing

机组的所有静止承压零件的总称,包括所有的短管和其他连接件。

3.32

双层壳体 double casing

一种结构型式,在这种结构中压力壳与装在它里面的泵水力元件是相互分开的两个不同的壳体。

3.33

筒形壳体 barrel casing

适用于双层壳体泵。

3.34

立式屏蔽泵 vertical canned pump

插入在一个外壳(密封壳或沉箱)中的立式泵,从环形空间中吸入液体。

3.35

立式屏蔽电机-泵 vertical canned motor pump

一种无轴封泵机组,在这种机组中,采用屏蔽套将电动机定子与转子隔离,实现定子密封,转子在循环的输送液体或其他液体中旋转。

3.36

水力回收水轮机 hydraulic power recovery turbine

以反向液流驱动,在联轴器端输出机械能的泵。能量的获得来自流体压力降低所释放的能量的回收(以及有时来自流体蒸发气体或蒸汽所释放的附加能量)。

注:对水功率回收涡轮短管,本标准提到的所有吸入口和排出口分别适用于它的出口和入口。

3.37

径向剖分 **radial split**

泵壳接合面垂直于泵轴中心线。

3.38

轴向剖分 **axial split**

泵壳接合面平行于泵轴中心线。

3.39

汽蚀余量 **net positive suction head;NPSH**

相对 NPSH 基准面而言的入口绝对总水头超出汽化压力水头的量。

注：NPSH 与基准面有关而入口总水头与参考面有关。NPSH 基准面是通过由叶轮叶片进口边最外点所描绘的圆中心的水平面。对立轴或斜轴双吸泵，该基准面是通过较高中心的水平面。制造商/供货商应根据泵上准确的参考点标示此平面的位置。

3.40

有效汽蚀余量 **net positive suction head available;NPSHA**

对于规定的液体、温度和流量，由安装条件确定的 NPSH。

3.41

必需汽蚀余量 **net positive suction head required;NPSHR**

在规定流量和转速下达到规定性能泵的最小 NPSH(此时发生可见汽蚀，汽蚀噪声增大，出现扬程或效率下降，扬程或效率下降至某一给定的量等)。

3.42

吸入比转速 **suction specific speed**

表示转速、流量和 NPSHR 三者关系的参数，按最佳效率点确定。

3.43

流体动力轴承 **hydrodynamic bearing**

一种轴承，其表面相对另一表面而调位使相对运动形成的一个油楔来支承负荷避免金属对金属的接触。

3.44

流体动力径向轴承 **hydrodynamic radial bearing**

具有轴套-轴颈型或倾斜式轴瓦结构的轴承。

3.45

流体动力止推轴承 **hydrodynamic thrust bearing**

具有多片轴瓦或倾斜式轴瓦结构的轴承。

3.46

设计值 **design values**

设计泵时为了确定性能、允许最小壁厚以及泵的各种零件的机械特性所使用的值。

注：在采购商规范书中无论如何均应避免使用设计这个词(诸如设计压力、设计功率、设计温度或设计转速)。该术语应当只供设备设计者和制造商/供货商使用。

3.47

联轴器使用系数 **coupling service factor**

系数 K ，用该系数乘以驱动机的标称转矩 T_N 得到额定转矩 $T_K = K T_N$ 。它适当考虑了来自泵和/或其驱动机的周期性转矩波动，从而保证联轴器有满意的寿命。

4 设计

4.1 总则

4.1.1 文件的适用性

4.1.1.1 当多个文件中含有相互抵触的技术要求时,应按下列次序决定它们的适用性:

- a) 购货订单或询价单(如果没有订单)(参见附录 A 和附录 B);
- b) 数据表(见附录 C);
- c) 本标准;
- d) 订单或询价单(如果没有订单)中作为参考的其他标准。

任何国家的和地方的规范、条例、法令、规则的适用性应由采购商和制造商/供货商共同商定。

4.1.1.2 在已经要求应用本标准的情况下,又要求有特殊的设计特点,可以提出替代的设计,但同时应说明这些设计满足本标准的意图,并详细解释这些设计;可以提出并不完全符合本标准要求的泵供考虑,但应对所有不符合之点均予以说明。

4.1.2 特性曲线

4.1.2.1 所供叶轮的特性曲线应显示扬程、效率、NPSHR 和轴功率与流量的关系,并标出泵的允许工作范围。对单级泵,应绘出最大叶轮直径和最小叶轮直径的扬程-流量曲线(根据计算或试验);对多级泵,如有要求,也应绘出这样的曲线。

4.1.2.2 对于大多数应用场合,泵最好具有稳定的扬程-流量曲线,即曲线呈连续上升趋势直至阀关死点,而当采购商有并联运行规定时,则应该具有稳定的扬程-流量曲线。如果应用场合合适并且明示了曲线形状偏差,也可以提供不稳定或陡降扬程-流量曲线(例如旋浆式泵曲线)。一些使用条件下从技术上不可能获得稳定曲线时,必须采用可保证要求流量的其他方法。如有并联运行的规定,额定流量点的扬程应有足够的上升斜率以避免流量失稳。

4.1.2.3 所供叶轮的最佳效率点最好应位于额定工况点和正常工况点之间(见 3.1)。

4.1.2.4 如果泵的设计只允许配一种定速驱动机,泵应能够通过换装一个或一组新的直径较大的叶轮使额定条件下的扬程增加约 5%。

4.1.2.5 输送黏性较水大的牛顿液体的泵,其性能应按采购商和制造商/供货商商定的性能换算系数加以修正。对非牛顿液体,须作专门考虑。

4.1.3 汽蚀余量(NPSH)

除非另有商定,NPSHR 应按 GB/T 3216 以清洁冷水试验确定。

应提供水的 NPSHR 与流量关系曲线。

NPSHA 应有比 NPSHR 大 10% 的裕量,且该裕量不得小于 0.5 m。性能曲线使用的 NPSH 是对应泵的第一级扬程下降 3% 时的 NPSH 即 NPSH3。

如果泵制造商/供货商认为由于结构材料和输送液体的原因需要更大的 NPSH,宜在投标书中说明此点并提供合适的曲线。

制造商/供货商应在数据表中规定泵在额定转速和额定流量下输送水时的必需汽蚀余量(NPSHR)。

不对烃类液体进行 NPSH 值的修正或降低该值。

关于 NPSH 试验,见 6.3.5。

4.1.4 泵的设计

4.1.4.1 泵可以设计成单级或多级。额定入口表压为正值或者差压超过 0.35 MPa 时,除非轴向推力平衡要求另有规定,否则泵的设计应使轴封处的压力降至最小。在单级悬臂泵设计中,可以采用在叶轮背面设置密封环或副叶片的方法。对多级泵,要么采用背靠背叶轮布置结合使用小间隙节流衬套,或是叶轮顺列同时使用平衡鼓或平衡盘来减少轴向压力。

经采购商和制造商/供货商双方商定也可使用其他方法。

4.1.4.2 对大功率泵(级扬程超过 200 m 和级功率大于 225 kW)需要特殊考虑以保证涡壳(包括双涡壳泵体)隔舌或导叶叶片与叶轮外周之间的径向距离确定得合适,从而避免过分的振动和噪声(叶片扫过的频率和流量减少时的低频率)。

4.1.4.3 采用螺纹联轴器连接传动轴的立式泵,由于反转可能会使联轴节螺纹松脱而遭损坏,应装设防止反转的棘轮或采取其他经过检验的有效措施。

4.1.4.4 所有设备均应设计得可以快速经济地进行维修。如壳体部件和轴承箱这些主要零部件,设计上应考虑(设凸肩或定位销)保证重新装配时能精确对中。

4.1.4.5 采购商和制造商/供货商应共同努力控制所有供应设备的噪声级。除非另有规定,制造商/供货商供应的设备应符合当地法规的要求,并且不超过采购商规定的最大允许噪声级。

注:虽然驱动机不在本标准的适用范围内,但它对噪声级的影响仍应予以考虑。

4.1.5 室外安装

采购商应规定是室内安装(是否供暖)还是室外安装(有无遮蔽)以及设备工作地点的环境条件(包括最高和最低温度、异常湿度、空气腐蚀性或尘粒问题)。机组及其附属设备均应适合在这些规定的条件下工作。作为采购商的指导,制造商/供货商应在投标书中列举任何要求采购商提供的特别防护措施。

4.2 驱动机

4.2.1 总则

4.2.1.1 确定额定驱动性能的要求

确定额定驱动性能时应考虑下列因素:

- a) 泵的应用和工作方式。例如对并联工作的泵,应当结合系统特性曲线来考虑只有一台泵工作时其可能的性能范围;
- b) 泵特性曲线上工作点的位置;
- c) 轴封摩擦损失;
- d) 机械密封的循环液体流量(特别是对小流量泵);
- e) 泵输送介质的性质(黏度、固体物含量、密度);
- f) 传动装置的功率损失和滑差;
- g) 泵现场的大气条件。

任何本标准适用范围内的泵用驱动机的额定输出功率与泵的轴功率之比至少应等于图 1 所给的百分比,但不得小于 1 kW。如果这会使驱动机功率裕度显得不必要的大,则应提出另外的配用建议交采购商核准。

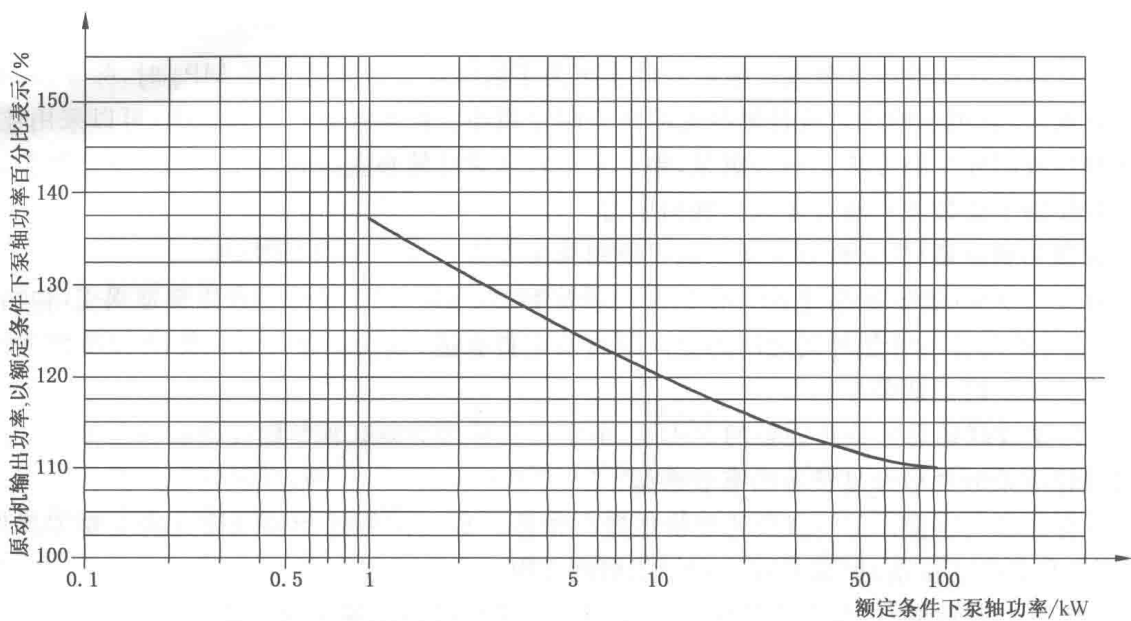


图 1 以额定泵轴功率(1 kW~100 kW)百分比表示的驱动器输出功率

4.2.1.2 轴向推力负荷

如果止推轴承不是泵的组成部分,并且无采购商认可的其他规定,立式泵(包括立式管道泵)的电动机、汽轮机或齿轮传动装置应设计成可以承受泵在启动、停机或任一流量点工作时可能产生的最大轴向推力。最大轴向推力负荷应在二倍原始内部间隙条件下确定。如果驱动器不是由制造商/供货商供应,他应将这些要求通知采购商。

4.2.2 汽轮机驱动泵

4.2.2.1 汽轮机

选择的汽轮机应能传输给泵所需要的轴功率:基于保证的泵效率的额定条件下需要的轴功率或者泵在整个工作范围内需要的最大轴功率。汽轮机的额定功率应根据规定的最小进汽条件和最大排汽条件得出。

4.2.2.2 汽轮机驱动泵的转速

汽轮机驱动泵应设计成可以在 105%额定转速下连续运行,且在紧急情况下还可以在高达 110%额定转速下(此时汽轮机超速自停机构开始动作)作短暂运行。

对汽轮机和往复式发动机,自停转速至少应是 110%最高允许连续转速;对燃气轮机,自停转速至少应是 105%最高允许连续转速。

4.3 临界转速、平衡和振动

4.3.1 临界转速

4.3.1.1 临界转速对应于转子-轴承支承系统的共振频率。临界转速的基本识别方法是基于系统的自然频率和强迫振动现象的频率。如果一个周期性强迫振动现象的任一谐波分量的频率等于或接近于任一转子振动模的频率,就可能存在共振条件。倘若共振存在于某一限定转速下,此转速即叫临界转速。本标准涉及的是实际临界转速而不是各种计算值,不仅对横向振动,而且对扭转振动均是如此。

4.3.1.2 强迫振动现象频率或激振频率可以小于、等于或大于转子的同步频率。这样的强迫振动频率

可能包含(但不限于)下列现象:

- a) 转子系统内的不平衡;
- b) 油膜效应;
- c) 内摩擦频率;
- d) 叶轮叶片、导叶片、排出短管或导叶体通过频率;
- e) 齿轮啮合和边带频率;
- f) 联轴器不对中频率;
- g) 活动转子系统组件频率;
- h) 滞后现象和摩擦涡流频率;
- i) 边界层(旋涡流出);
- j) 声学或空气动力学效应;
- k) 启动条件,例如,转速阻滞(在惯性阻抗下)或对扭转共振有影响的扭转变形;
- l) 内燃机场合下,汽缸数、汽缸排之间角度以及是双冲程还是四冲程。

4.3.1.3 实际临界转速不得侵入规定的转速范围。

第一临界转速(弯曲情况下)最好应比最高工作转速至少高出 20% 以上,除非是不可能设计成刚性轴泵,并且还要取得采购商的同意。

对立轴泵,这一点也适用,特别是在输送液体中含有相当大比例固体颗粒的情况下。

如不可能设计成刚性轴泵并且又取得采购商的同意,则:

——第一临界转速 N_{c1} 应不超过 $0.37 (=1/2.7)$ 倍最低工作转速 N_{min} 。

——第二临界转速 N_{c2} 应不小于 1.2 倍最高连续转速 N_{max} 。

上述条件可用如图 2 所示的例图说明。

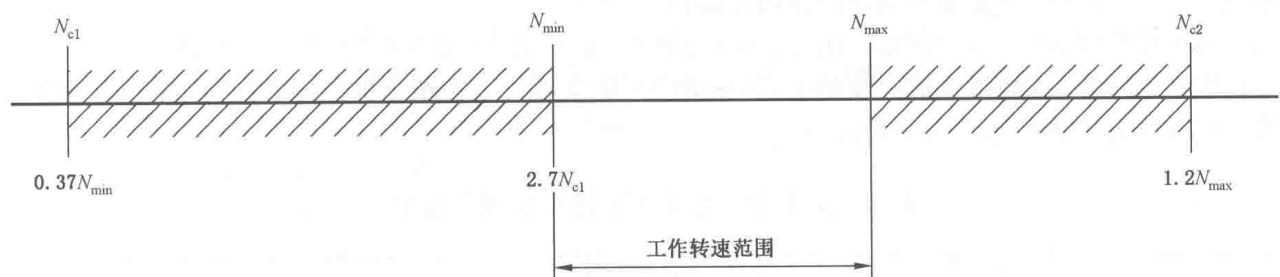


图 2 临界转速条件

4.3.1.4 对所有各种横向振动模式(包括刚性的和弯曲的),临界转速避免侵入的间隔裕度至少应是:

- a) 刚性轴转子系统,高出最高连续转速 20%;
- b) 柔性轴转子系统,比任何工作转速低 15%,同时高出最高连续转速 20%。

对整机扭转振动模式,应至少比任何工作转速低 10%,或至少高出自停转速 10%。

规定的间隔裕度用来防止临界响应包络与工作转速范围发生重叠。

4.3.1.5 旋转设备在其低速运行、启动、停机过程中不应由于通过临界转速而引起损坏。

4.3.1.6 在规定的工作转速范围内或规定的间隔裕度内,驱动机和被驱动设备的支承座和轴承箱不得发生共振。

4.3.1.7 如采购商有规定,临界转速应用试验台数据加以证实。如临界转速高于试验转速,用以证实的数据应为:

- a) 计算的衰减值,或者
- b) 由外加的转子激振所确定的值。

4.3.1.8 如采购商有规定,下述 a)和 b)详列的计算应由制造商/供货商提供。如果是采购商提供驱动设备,则采购商应负责提供这些计算数据:

- a) 横向临界转速分析以确定驱动机的临界转速与泵的临界转速是相容的,并且两者组合也是适合于规定的工作转速范围;
- b) 泵-驱动机系统扭转振动分析和同步电动机-被驱动系统的瞬态扭转振动分析。制造商/供货商应对系统的性能满意性负责。

在内燃机驱动情况下,应由内燃机制造商/供货商负责进行上述分析。

4.3.2 平衡和振动

4.3.2.1 总则

- 4.3.2.1.1 所有的主要旋转构件均应作平衡。如采购商有规定,组装好的转子亦应作平衡。
- 4.3.2.1.2 如采购商有规定,制造商/供货商应证实泵可以在给定的最小连续稳定流量下工作而不会超过 4.3.2.2 所给出的振动限值。
- 4.3.2.1.3 泵应在其整个转速范围内平稳地运行直至达到额定转速,对汽轮机驱动机组,还包括至超速极限。
- 4.3.2.1.4 泵(及其驱动机)安装后的平稳运行应由制造商/供货商与采购商共同负责。安装在永久性基础上的泵应如安装在制造商/供货商的试验台上一样运行良好。

4.3.2.2 卧式泵

在制造商/供货商的试验装置上测得的未过滤振动值不得超过表 1 所给的振动烈度极限,振幅、频率和振动速度之间的关系参见附录 D。这些数值是在泵无汽蚀运行状态下对额定转速(±5%)和额定流量(±5%)单个工作点在轴承箱处沿径向测得的。

注:按 GB/T 9239.1—2006 的 G6.3 级作平衡即能达到表 1 要求(其他要求参见 GB/T 6557 和 GB/T 16908)。

采用特殊叶轮,例如单流道叶轮的泵,其振动值可能会超过表 1 给出的极限,这种情况下泵制造商/供货商应在投标文件中指出该类情况。

表 1 多叶片叶轮卧式泵的振动烈度极限^a

转速 $n/(r/min)$	轴中心高为 h_1 时最大均方根振动速度值/(mm/s)	
	$h_1 \leq 225\text{ mm}$	$h_1 > 225\text{ mm}$
$n \leq 1\,800$	2.8	4.5
$1\,800 < n \leq 4\,500$	4.5	7.1
注:对底脚支撑卧式泵, h_1 是与泵脚(包括支架)相接触的底座表面和泵轴中心线间的距离。		
^a 基于 JB/T 8097。		

4.3.2.3 立式泵

- 4.3.2.3.1 对刚性联轴器连接的立式泵,应在驱动机座的上法兰处取振动读数,而对弹性联轴器连接的立式泵应在靠近泵上轴承处进行测量。
- 4.3.2.3.2 工厂试验时在额定转速(±5%)和额定流量(±5%)点无汽蚀运行状态下滚动轴承泵和滑动轴承泵的振动速度极限均不得超过 7.1 mm/s。