

景德镇陶瓷学院

科技艺术学院

本科生毕业设计（论文）

中文题目：（100DL108-120）立式多级离心泵的设计

英文题目：THE DESIGN OF THE 100 DL 108-120 VERTICAL
MULTISTAGE CENTRIFUGAL PUMP

院 系：工 程 系

专 业：机械设计制造及其自动化

姓 名：龙 淼

学 号：201030454111

指导教师：冯老师

完成时间：2014-2-28 至 2014-5-30

摘要

离心泵的应用是很广泛的,它涉及到国民经济的各个领域。随着城市的现代化进程,高层建筑越来越多,且越做越高。因此需要开发一种立式高扬程的离心泵,解决城市高楼供水的问题。基于此种理念,设计一种立式多级高转速离心泵 100DL108-40*N。在液压与气压的课程中,也对离心泵的结构和它的工作原理有了一定的了解,首先是它的构造,它的工作原理和在各领域的应用等。

毕业设计提高了理论联系实际,分析问题和解决问题的能力。进一步加强设计计算和制图等基本技术的训练。

关键词: 概论 设计原理 应用 参数计算 结构设计

ABSTRACT

The application of the centrifugal pump is very extensive, it involves the various areas of the national economy. With the modernization of cities, more and more high-rise buildings, and to do more and more high. So you need to develop a vertical high lift of centrifugal pump, solve the problem of city building water supply. Based on this concept, design a kind of high speed vertical multistage centrifugal pump 100DL108 -120 In the course of hydraulic and pneumatic, also the structure of centrifugal pump and its working principle had certain understanding, the first is its structure, its working principle and application in every field of etc.

Graduation design improves the theory with practice, the ability to analyze and solve problems. To further strengthen the training of the basic technology such as design calculation and drawing.

KEYWORD: generality design principle application parameter calculation
Structural design

目 录

一、摘要（中、英文）	
二、离心泵的概论	2
2.1 离心泵的基本构造	2
2.2 离心泵的过流部件	3
2.3 离心泵的工作原理	3
2.4 离心泵的性能曲线	3
三、离心泵的应用	5
3.1 离心泵在给水处理及农业工程中的应用	5
3.2 离心泵在航空航天和航海工程中的应用	5
3.2.1 航空工程用离心泵	5
3.2.2 航海工程用离心泵	5
3.3 离心泵在能源工程中的应用	5
3.3.1 水电站	5
3.3.2 火电站	6
3.3.3 核电站等	6
四、方案设计	7
4.1 本次设计的主要任务及参数	7
4.2 方案的比较分析	7
4.2.1 容积式泵的介绍：齿轮泵，柱塞泵等	7
4.2.2 叶片式泵的介绍：轴流泵，混流泵等	8
4.2.3 其它类型泵的介绍：喷射泵，真空泵等	8
4.3 100DL 型叶片式离心泵的设计	9
五、主要参数的计算及结构设计	10
5.1 功率计算与电动机的选则	10
5.2 轴的设计与计算	10
5.3 叶轮的设计与计算	11
5.4 进水段及出水段的设计	12
5.5 导叶的设计与计算	12
5.6 反导叶的设计与计算	13
六、离心泵主要零部件的强度计算	14
6.1 叶轮强度计算	14
6.2 轮毂强度计算	14
6.3 泵体强度计算	15
6.3.1 蜗室壁厚的计算	15
6.4 泵体密封面连接螺栓计算	15
6.5 泵轴的校核	16
6.6 键的校核	16
结 论	17
致 谢	18
参考文献	19

二、离心泵的概论

2.1 离心泵的基本构造

离心泵的基本构造是由六部分组成的分别是叶轮，泵体，泵轴，轴承，密封环，填料函。

(1) 叶轮是离心泵的核心部分，它转速高出力大，叶轮上的叶片又起到主要作用，叶轮在装配前要通过静平衡实验。叶轮上的内外表面要求光滑，以减少水流的摩擦损失。

(2) 泵体也称泵壳，它是水泵的主体。起到支撑固定作用，并与安装轴承的托架相连接。

(3) 泵轴的作用是借联轴器和电动机相连接，将电动机的转矩传给叶轮，所以它是传递机械能的主要部件。

(4) 轴承是套在泵轴上支撑泵轴的构件，有滚动轴承和滑动轴承两种。滚动轴承使用牛油作为润滑剂加油要适当一般为 $2/3 \sim 3/4$ 的体积太多会发热，太少又有响声并发热！滑动轴承使用的是透明油作润滑剂的，加油到油位线。太多油要沿泵轴渗出并且漂贱，太少轴承又要过热烧坏造成事故！在水泵运行过程中轴承的温度最高在 85°C 一般运行在 60°C 左右，如果高了就要查找原因（是否有杂质，油质是否发黑，是否进水）并及时处理！

(5) 密封环又称减漏环。叶轮进口与泵壳间的间隙过大会造成泵内高压区的水经此间隙流向低压区，影响泵的出水量，效率降低！间隙过小会造成叶轮与泵壳摩擦产生磨损。为了增加回流阻力减少内漏，延缓叶轮和泵壳的使用寿命，在泵壳内缘和叶轮外援结合处装有密封环，密封的间隙保持在 $0.25 \sim 1.10\text{mm}$ 之间为宜。

(6) 填料函主要由填料，水封环，填料筒，填料压盖，水封管组成。填料函的作用主要是为了封闭泵壳与泵轴之间的空隙，不让泵内的水流不流到外面来也不让外面的

离心泵在化工生产中的应用 2 空气进入到泵内。始终保持水泵内的真空！当泵轴与填料摩擦产生热量就要靠水封管住水到水封圈内使填料冷却！保持水泵的正常运行。所以在水泵的运行巡回检查过程中对填料函的检查是特别要注意！在运行 600 个小时左右就要对填料进行更换。

2.2 离心泵的过流部件

离心泵的过流部件有：吸入室，叶轮，压出室三个部分。叶轮室是泵的核心，也是流部件的核心。泵通过叶轮对液体的作功，使其能量增加。

2.3 离心泵的工作原理

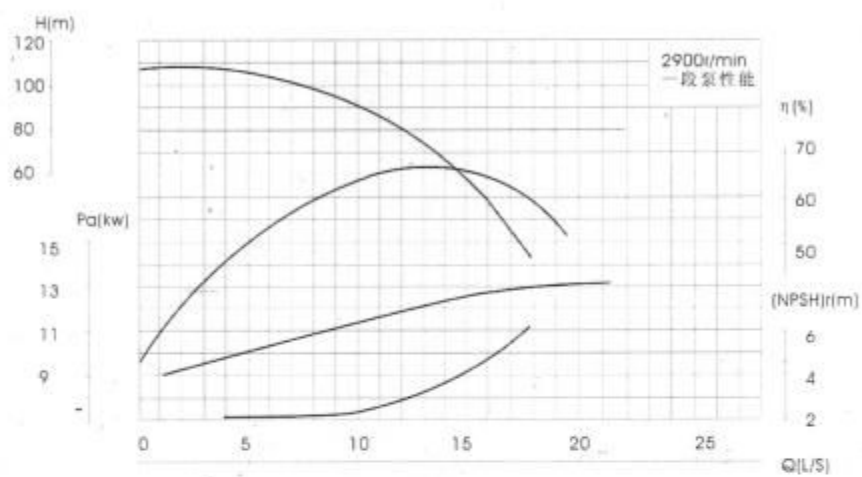
离心泵的工作原理是：离心泵所以能把水送出去是由于离心力的作用。水泵在工作前，泵体和进水管必须罐满水行成真空状态，当叶轮快速转动时，叶片促使水很快旋转，旋转着的水在离心力的作用下从叶轮中飞去，泵内的水被抛出后，叶轮的中间部分形成真空区域。水原的水在大气压力（或水压）的作用下通过管网压到了进水管内。这样循环不已，就可以实现连续抽水。水很快旋转，旋转着的水在离心力的作用下从叶轮中飞去，泵内的水被抛出后，叶轮的中间部分形成真空区域。

2.4 离心泵的性能曲线

水泵的性能参数如流量 Q 扬程 H 轴功率 N 转速 n 效率 η 之间存在的一定的关系。他们之间的量值变化关系用曲线来表示，这种曲线就称为水泵的性能曲线。 水泵的性能参数之间的相互变化关系及相互制约性：首先以该水泵的额顶转速为先决条件的。

水泵性能曲线主要有三条曲线：流量—扬程曲线，流量—功率曲线，流量—效率曲线。

100DL108-120 曲线



三、 离心泵的应用

3.1 离心泵在给水排水及农业工程中的应用

水是生命之源,是人类赖以生存及工农业生产的重要基础物质。以水为基础的给水排水工程、农业工程是国民经济建设的基础,每个国家都非常重视。

3.2 离心泵在航空航天和航海工程中的应用

3.2.1 航空工程用离心泵

离心泵在飞机的装备和地面后勤系统中得到广泛的应用。例如,为保证飞机发动机正常运行的润滑系统中的润滑泵及冷却水泵,飞机在地面注油用的加油泵和注水用的注水泵,以及飞机饮用水系统中用到的循环水泵等。

3.2.2 航海工程用离心泵

①船舶动力中的离心泵

以柴油作为主要燃料的柴油机动力装置是目前使用较为广泛的且具有较高经济性的动力离心泵推进装置。柴油机装置就用到许多离心泵。

②船舶系统和船舶设备中的离心泵

这类机械用来保证船舶运营和为船上人员的生活需要服务。

3.3 离心泵在能源工程中的应用

3.3.1 水电站

①供排水系统

用于水电站供排水系统的水泵由卧式离心泵、立式深井泵和潜水泵。离心泵适用于各种类型电站,但由于吸出高度限制,安装位置低,需要考虑防潮和防淹等问题。深井泵不仅在渗漏排水中表现出色,也广泛用于检修排水。

3.3.2 火电站

火力发电厂应用的离心泵有凝结水泵、增压泵、给水泵、疏水泵、补给水泵、生水
泵、灰渣泵和冲灰水泵等，这些泵的制造技术均比较复杂。

3.3.3 核电站等

四、 方案设计

4.1 本次设计的主要任务及参数

我们大家都知道离心泵的基本构造是由六部分组成的分别是叶轮，泵体，泵轴，轴承，密封环，填料函。我们只有对离心泵的结构很熟悉我们才会对它的拆装很精通。了解离心泵的工作原理，它的性能参数与应用选型的关系。使自己早日融入到水泵的销售行业。

水泵流量： $Q=108\text{m}^3/\text{h}=0.04\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程 $H=120\text{m}$ ，转速 $n=2900\text{rpm}$ ，效率 $\eta=73\%$

4.2 方案的比较分析

4.2.1 容积式泵的介绍：齿轮泵，柱塞泵等

容积式泵是指利用泵缸内容积的变化来输送液体的泵，分为往复式和回转式两种。

往复泵以柱塞泵来介绍，柱塞泵是依靠柱塞在缸体内往复运动，使密封的工作腔容积产生变化来实现吸油，压油的。由于柱塞与缸体内孔均为圆柱表面，因此加工方便，配合精度高，密封性能好。同时，柱塞泵主要零件处于受压状态，使材料强度性能得到充分利用，故柱塞泵常做成高压泵。此外，只要改变柱塞的工作行程就能改变泵的排量，易于实现变量。所以，柱塞泵具有压力高，结构紧凑，效率高及流量调节方便等优点。其缺点是结构较为复杂，有些零件对材料及加工工艺的要求较高，因而在各类容积式液压泵中，柱塞泵的价格最高。柱塞泵常用于需要高压大流量和流量需要调节的液压系统。

回转泵主要以齿轮泵来介绍，齿轮泵是一种常用的液压泵，它的主要优点有结构简单，制造方便，价格低廉，体积小，重量轻，自吸性能好，对油液污染不敏感，工作可靠等。其缺点是流量和压力脉动大，噪声大，排量不可调。齿轮泵被广泛的应用于采矿设备，冶金设备，建筑机械，工程机械，农林机械等各个行业。

4.2.2 叶片式泵的介绍：轴流泵，混流泵等

轴流泵的流量大、扬程低、比转数高，其液流沿转轴方向流动。轴流泵是一种叶片式泵，但其设计的原理与离心泵基本相同。

轴流泵的过流部件由进水管、叶轮、导叶、出水管和泵轴等组成，叶轮为螺旋桨式。叶轮上有螺旋桨状的叶片若干，当叶轮随转轴一起被动力机械驱动旋转时，各叶片将水推向一端，同时又在另一端从水源吸取水，使水产生沿着平行于转轴方向的连续流动，达到不断输送水流的目的。

混流泵是国际泵行业的技术开发重点之一。它将部分代替离心泵和轴流泵工作。当原动机带动叶轮旋转后，对液体的作用既有离心力又有轴向推力，是离心泵和轴流泵的综合，液体斜向流出叶轮。因此它是介于离心泵和轴流泵之间的一种泵。混流泵的比转速高于离心泵，低于轴流泵，一般在300-500之间。它的扬程比轴流泵高，但流量比轴流泵小，比离心泵大。

混流泵应用范围

用于输送清洁和污染的介质，化学中性或侵蚀性的介质。

化工流程中强制循环、海水养殖、城市煤气工程、水处理系统。

4.2.3 其它类型泵的介绍：喷射泵，真空泵等

喷射泵在工作水蒸汽在高压下以很高的流速从喷嘴中喷出，将低压气体或蒸汽带入高速的流体中，吸入的气体与水蒸汽混合后进入扩大管，速率逐渐降低，静压力因而升高，最后经排出口排出，喷射泵可由各种各样的材料制成喷射泵虽然效率低，结构简单，体积小，但无运动部件，工作可靠，寿命长。吸入性能好，可运送污浊物质。

真空泵是用各种方法在某一封闭空间中产生、改善和维持真空的装置。真空泵可以定义为：利用机械、物理、化学或物理化学的方法对被抽容器进行抽气而获得真空的器件或设备。随着真空应用的发展，真空泵的种类已发展了很多种，其抽速从每秒零点几升到每秒几十万、数百万升。按真空泵的工作原理，真空泵基本上可以分为两种类型，即气体传输泵和气体捕集泵。真空泵是一种旋转式变容积气体输送泵，真空泵须有前级泵配合方可使用在较宽的压力范围内有较大的抽速，对被抽除气体中含有灰尘和水蒸汽不敏感，广泛用于冶金、化工、食品、电子镀膜等行业。真空泵包括干式螺杆真空泵、

水环泵、往复泵、滑阀泵、旋片泵、罗茨泵和扩散泵等，这些泵是我国国民经济各行业应用真空工艺过程中必不可少的主力泵种。近年来，伴随着我国经济持续高速发展，真空泵相关下游应用行业保持快速增长势头，同时在真空泵应用领域不断拓展等因素的共同拉动下，我国真空泵行业实现了持续稳定地快速的发展。

4.3 100DL 型叶片式离心泵的设计

DL 型泵是立式多级节段式结构。用螺栓把吸入段，中段，吐出段夹紧联成一体。泵每一级装一个叶轮，一个导水叶。泵的轴向力采用水力平衡方法解决，残余轴向力由两个球轴承承受，并用油脂润滑。

DL 型立式多级离心泵是我公司根据我国对高层建筑给排水及消防有关规范开发的新产品。由于采用了国家推荐使用的高效节能产品的水力模型，因此 DL 型泵效率高，性能范围广，更好的满足使用要求。在结构上采用了立式，分段形式，因而运转安全，平稳，寿命长，占地面积小，安装，维修方便。此型泵特别适用于高低层建筑的住宅，医院，旅馆，百货大楼，办公大楼等的消防，生活供水以及空调机组循环，冷却水输送等。

五、主要参数的计算及结构设计

5.1 功率计算与电动机的选则

(一) 比转数

$$ns = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{(H/i)^{3/4}}, \text{ 取泵级数 } i=3, \text{ 计算得 } ns=133$$

(二) 估算效率

$$(1) \text{ 容积效率 } \eta_v = \frac{1}{1+0.68ns^{-2/3}}, \text{ 计算得 } \eta_v=0.915$$

$$(2) \text{ 机械效率 } \eta_s \approx 1 - 0.07 \frac{1}{(n_s/100)^{7/6}}, \text{ 计算得 } \eta_s=0.798$$

$$\eta = \eta_v \eta_s = 73\%$$

(三) 确定轴功率

$$P = \frac{\rho gQH}{1000\eta}, \text{ 计算得 } P=48.35\text{kw}$$

由轴功率可推出, 根据国家标准电动机的配带功率为 $P' = 55 \text{ kw}$

已知参数: 水泵流量: $Q=108\text{m}^3/\text{h}=0.04\text{m}^3/\text{s}$, 扬程 $H=120\text{m}$, 转速 $n=2900\text{rpm}$, 效率 $\eta=73\%$, 输送清水, 轴材料为 45#钢。

5.2 轴的设计与计算

泵轴的直径应按其承受的外载荷(拉、压、弯、扭)和刚度及临界转速条件确定。因为扭矩是泵轴最主要的载荷, 所以在开始设计时, 可按扭矩确定泵轴的最小直径(通常是联轴器处的直径)。同时应根据所设计泵的具体情况, 考虑影响刚度和临界转速的大概因素, 可对粗算的轴径作适当的修改, 并圆整到标准直径, 按扭矩计算泵轴直径的公式为:

$$d = \sqrt[3]{\frac{Mn}{0.2[\tau]}}, \text{ 取 } [\tau] = 490 \times 10^5 \text{ Pa}$$

扭矩 $Mn = 9552P_c/n$, $P_c = 1.2P$

$$P = \frac{\gamma QH}{102\eta}$$

$\gamma = 1$, 代入公式, 计算得: $P = 48.35 \text{ kw}$, $Mn = 191.1 \text{ N.m}$, $d = 0.0269 \text{ m}$

取轴的最小直径为 35mm。

确定出泵轴的最小直径后, 参考类似结构泵的泵轴, 画出轴的结构草图。根据轴各段的结构和工艺要求, 确定装叶轮处的轴径 d_i 和轮毂直径 d_h 。叶轮轮毂直径必须保证轴孔在开键槽之后有一定的厚度, 使轮毂具有足够的强度, 通常 $d_h = (1.2 \sim 1.4)d_i$ 。

5.3 叶轮的设计与计算

(一) 确定泵进出口直径

泵进口直径 $D_s = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_s}}$, 取吸入口速度 $v_s = 3 \text{ m/s}$, 计算得 $D_s = 0.113 \text{ m}$, 取 100mm。

泵出口直径 $D_d = (1 \sim 0.7) \times D_s$, 取出口直径 100mm。

(二) 初步确定叶轮主要尺寸

叶轮主要几何参数有叶轮进口直径 D_j 、叶片进口直径 D_i 、叶轮轮毂直径 d_h 、叶片进口宽度 b_i 、叶片进口角 β_i 、叶轮出口直径 D_2 、叶轮出口宽度 b_2 、叶片出口角 β_2 、叶片数 z 、叶片包角 ψ 等。叶轮进口几何参数对汽蚀性能有重要影响, 叶片出口几何参数对性能 (H 、 Q) 具有重要影响, 两者对泵的效率均有影响。

进口当量直径 $D_0 = K_0 \sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$, 取 $K_0 = 3.54$, 计算得 $D_0 = 0.085 \text{ m} = 85 \text{ mm}$

叶轮进口直径 $D_j = \sqrt{D_0^2 + d_h^2}$, 由结构定 $d_h = 0$, 计算得 $D_j = 85 \text{ mm}$

取进口直径为 $\phi 100 \text{ mm}$ 。

叶轮外径 $D = K_{d2} \sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$, $K_{d2} = 9.35 (ns/100)^{-1/2}$

计算得 $K_{d2} = 8.107$, $D = 0.194 \text{ m}$

取叶轮外径为 190mm

$b_2 = K_{b2} \sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$, $K_{b2} = (0.64 \sim 0.7) (ns/100)^{5/6}$

计算得 $K_{s2}=0.453-0.495$, $b_2=0.0017-0.0022\text{m}$ 、实取 $b_2=19.5\text{mm}$ 。

$b_1=20.5\text{mm}$ 、 β_2 取 30° 、 β_1 取 30°

$$z=6.5 \frac{(D_2+D_1)}{(D_2-D_1)} \sin \frac{\beta_1+\beta_2}{2} = 6.23。 \quad \text{取 } Z=6 \text{ 片}$$

5.4 进水段及出水段的设计

进水段位于叶轮之前,出水段位于叶轮之后,它们和叶轮一起构成泵的过流部件。因为进水段和出水段是固定的过流部件,因此一般不考虑相对速度。绝对速的大小和过水断面面积有关,方向与其几何形状有关。多级泵得进出水段为环形压水室(叶片式压水室),通常所说得压水室是环形压水室和导叶等和总称,压水室的作用是收集从叶轮中流出的液体,并输送到排出口或下一级叶轮吸入口;保证流出叶轮的流动是轴对称的,从而使叶轮内具有稳定的相对运动,以减少叶轮内的水力损失;降低液流速度,使速度转换成压能;消除液体从叶轮流出的旋转运动,以避免由此造成的水力损失。

环型 压水室结构对称、各个断面的面积相同。

进水段压水室宽度 $b_3=100\text{mm}$ 、出水段压水室宽度 $b_4=100\text{mm}$ 。

5.5 导叶的设计与计算

已知:叶轮外径 $D_2=190.5\text{mm}$,出口宽度 $b_2=19\text{mm}$,叶片出口角 $\beta_2=30^\circ$, $n=2950\text{r/m}$,

$Q=108\text{m}^3/\text{h}$, $H=40\text{m}$, $n_s=133$, $\eta_h=0.7$, $\eta_v=0.975$, $\eta_m=0.95$, $\eta=0.73$

1.导叶基圆直径 $D_3=D_2+5=190.5+4.5=195(\text{mm})$

2.导叶进口宽度 $b_3=b_2+4=23(\text{mm})$

3.导叶进口角 $\tan \alpha_3=(1.1 \sim 1.3) \tan \alpha_2$

$$\tan \alpha'_2 = \frac{V_m}{V_{m2}}, \quad V_{m2} = \frac{Q}{\eta_v \pi D_2 b_2 \psi_2} = \frac{108/3600}{0.975 \times \pi \times 0.195 \times 0.0195 \times 0.95} = 2.71 (\text{m/s})$$

$$V_{u2} = \frac{gH}{U_2} = \frac{gH/\eta_h}{\frac{D_2 \pi n}{60}} = \frac{60g \times 40/0.7}{0.195 \pi \times 2950} = 18.62 (\text{m/s})$$

$$\tan \alpha'_2 = \frac{2.71}{18.62} = 0.146$$

$$\lg \alpha_3 = (1.1 \sim 1.3) \times 0.146 = 0.167 \sim 0.190, \alpha_3 = 9.5^\circ \sim 10.76^\circ$$

取 $\alpha_3 = 12^\circ$

4. 导叶叶片数和喉部面积

取 $\delta_3 = 3\text{mm}$, 设 $a_3 = b_3 = 23\text{mm}$

$$Z = \frac{\pi \sin 2\alpha_3}{\ln[(a_3 + \delta_3) \frac{\cos \alpha_3}{R_3} + 1]} = \frac{\pi \sin 24^\circ}{\ln[(23 + 3) \frac{\cos 12^\circ}{97.5} + 1]} = 5.5$$

因叶轮 $z=6$, 取导叶 $z=5$. 由资料查得 $k_3 = 0.38$

$$V_3 = k_3 \sqrt{2gH} = 0.38 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 40} = 10.97 \text{ (m/s)}$$

$$\text{导叶喉部高度 } \alpha_3 = \frac{Q}{zV_3b_3} = \frac{108/3600}{5 \times 10.97 \times 23/1000} = 0.0237 \text{ (m)}$$

取 $a_3 = 23\text{mm}$

5. 扩散段

$$v_4 = (0.4 \sim 0.5) V_3 = (0.4 \sim 0.5) \times 10.97 = 4.39 \sim 5.49 \text{ (m/s)} \quad \text{取 } V_4 = 5.49 \text{ m/s}$$

流道用双向扩散, 出口断面 $a_4 = b_4$ 则

$$a_4 = b_4 = \sqrt{\frac{Q}{ZV_4}} = \sqrt{\frac{108/3600}{5 \times 5.49}} = 0.033 \quad \text{取 } a_4 = b_4 = 32\text{mm}$$

扩散角

从图中量得扩散段长度 $L = 69\text{mm}$

$$\varphi = 2 \arctg \frac{\sqrt{F_4/\pi} - \sqrt{F_3/\pi}}{L} = 2 \arctg \frac{\sqrt{32^2/\pi} - \sqrt{23^2/\pi}}{69} = 4.3$$

6. 导叶出口直径 $D_4 = (1.3 \sim 1.5) D_3 = 254 \sim 293 \text{ (mm)}$ 取 $D_4 = 288 \text{ (mm)}$

5.6 反导叶的设计与计算

反导叶进口直径 $D_5 = 230\text{mm}$ 宽度 $b_5 = \frac{b_4}{1.05 \sim 1.15} = \frac{0.032}{1.05 \sim 1.15} = 0.03 \sim 0.028 \text{ (m)}$ 取 $b_5 = 28\text{mm}$

出口直径 $D_6 = 92\text{mm}$

六、离心泵主要零部件的强度计算

6.1 叶轮强度计算

对叶轮来说, 圆周方向的应力是主要的, 叶轮的圆周速度与圆周方向的应力 σ 近似地有以下的关系: $\sigma = \rho u_2^2 \times 10^{-8}$

式中: ρ —材料密度 (kg/m^3) (铸铁 $\rho = 7300 \text{ kg}/\text{m}^3$)

u_2 —叶轮圆周速度 (m/s) (铸铁叶轮圆周速度 $u_2 = 60 \text{ m}/\text{s}$)

为扩大叶轮流道有效过流面积, 希望叶片越薄越好, 但如果叶片选择的太薄, 在铸造工艺上有一定的困难, 而且以强度方面考虑, 叶片也需要有一定的厚度。但叶片也不能选择的太厚, 叶片太厚要降低效率, 恶化泵的汽蚀性能。大泵的叶片厚度要适当加厚一些, 这样对延长叶轮寿命有好处。

叶片厚度 S 可按下列经验公式计算:

$$S = KD (H_i/Z)^{1/2} + 1$$

式中: K —经验系数 (与材料和比转数有关, 对铸铁经查表得 $K=6$)

D —叶轮直径 (米): ($D=190\text{mm}$)

H_i —单级扬程 (米) ($H_i=40\text{m}$)

Z —叶片数 ($Z=6$)

6.2 轮毂强度计算

对一般离心泵, 为了使轮毂和轴的配合不松动, 叶轮轮毂处由离心力所引起的应力可近似叶轮强度公式计算, 由此应力引起的变形为: $\Delta D = \sigma / E \cdot d_h$

式中: E —弹性模量 (mpa) (铸铁 $E = 1.2 \times 10^5 \text{ mpa}$)

d_h —叶轮轮毂直径 ($d_h = 4\text{mm}$)

ΔD —由离心力引起的叶轮轮毂直径的变形 (mm)

$$\Delta D = 27 / 1.2 \times 10^5 \times 4 = 0.009\text{mm}$$

ΔD 应小于叶轮和轴配合的最小过盈量 $\Delta' = 0.013\text{mm}$

即 $0.009 < 0.013$, 所以, 叶轮和轴不会松动

6.3 泵体强度计算

6.3.1 涡室壁厚的计算

由于涡室形状很不规则, 很难准确地计算涡室中的应力, 现推荐下列建立在统计基础上的方法:

$$S = S_c [Q / (H)^{1/2}]^{1/2} * H / [\sigma]$$

式中: S —涡室壁厚 (mm)

$[\sigma]$ —许用应力 (铸铁的许用应力按 $[\sigma] = 9.807 \sim 14.71 \text{ mpa}$)

$$S_c = 1545 / N_s + 0.0084 N_s + 7.2 \approx 20 \text{ mm}$$

代入公式求得: $S \approx 10 \text{ mm}$

6.4 泵体密封面连接螺栓计算

泵体完全靠螺栓的拉紧力来保证其密封性, 这类螺栓在离心泵工作时, 除了承受泵腔内液体静压力作用在泵体上的拉力 P_w 外, 还有使泵体密封面压紧, 保证密封面密封性的拉力 P_m , 所以每个螺栓上总的载荷 P 为:

$$P = P_w + P_m$$

平衡液体静压力的拉力 P_w 可按下式计算: $P_w = \pi / 4 * D_2^2 * P_i / n$

为了保证泵体接合面密封性的拉力 $P_m = 2 \pi D_2 * b * m * P_i / n$

上两式中: D_2 —泵体密封面垫片平均直径 ($D_2 = 520 \text{ mm}$)

P_i —泵腔内液体最大静压力 (取 $P_i = 3.6 \text{ mpa}$)

n —螺钉数 (取 $n = 8$)

m —密封面系数与密封面所用的垫片材料性质和结构有关一般 (取 $m = 2$)

b —泵体密封面垫片有效计算宽度 (取 $b = 4 \text{ mm}$)

$$P = P_w + P_m = 115010 \text{ N}$$

因此连接螺栓的最小直径 d (mm) 为: $d = [1.3p / (\pi / 4) * [\sigma]]^{1/2}$

连接螺栓材料为 45#钢 $\sigma_s = 360 \text{ mpa}$ $\sigma' = 0.535 \sigma_s \approx 193 \text{ mpa}$

$$d = [1.3p / (\pi/4) * [\sigma]]^{1/2} = 31.45\text{mm}$$

因此, 取连接螺纹为 M36

6.5 泵轴的校核

根据材料力学中的第三强度理论, 弯、扭联合作用的轴径 d^I , 可按下列公式计算:

$$d^I \geq [M / 0.1 * \sigma_b]^{1/3}$$

式中: σ_b —材料许用弯曲应力, 制造材料为 45#钢, 故取 ($\sigma_b = 60\text{mpa}$)

泵轴的当量弯矩 $M = (M_1^2 + \alpha m_2^2)^{1/2}$

式中 M_1 —计算断面的弯矩 通过计算 (取 $M_1 = 743444\text{N}\cdot\text{mm}$)

M_2 —计算断面的扭矩 通过计算 (取 $M_2 = 3090000\text{N}\cdot\text{mm}$)

α —校正系数可取 ($\alpha = 0.57 \sim 0.61$)

取 $\alpha = 0.6$, $M = (M_1^2 + \alpha m_2^2)^{1/2} = 2506300 \text{ N}\cdot\text{mm}$

$$\sigma_b = M / 0.1 d^3 = 59.4\text{mpa}$$

经查表得 $\sigma_b < [\sigma]_b$, 故是安全的

校核 刚度: 计算轴的细长比: $d/l = 0.0415 > 0.04$ 故泵轴的可以采用的

6.6 键的校核

给出挤压强度和剪切强度校核公式

$$\sigma_j = 2T / dkl \leq [\sigma]_j \quad \tau = 2T / db l \leq [\tau]$$

式中 T —泵轴传递的扭矩 ($T = M_2$)

d —轴径 ($d = 75\text{mm}$)

k —键与轮毂接触高度: 平键 $k = h/2$ 取 $k = 10\text{mm}$

b —键的宽度 (取 $b = 5\text{mm}$)

l —键的工作长度 ($l = L - b = 25\text{mm}$)

计算得 $\sigma_j \approx 69 < [\sigma]_j$

$\tau \approx 58 < [\tau]$ 故键是安全的

结 论

上面就是我所学到和了解到离心泵一些简单的知识，通过毕业设计我也逐渐暴露出自己在学习上的缺点和实际经验的不足。重要的是自己进一步得到了理论与实际相结合的锻炼，把理论运用于实际中，也将使我以后从事水泵工作有新的起点。

致 谢

经过大家的共同努力，本次毕业设计已经圆满结束，设计过程是曲折的，但在这种曲折的过程中，我学会了很多东西，在做事、做人方面都得到了提高。

在这里我得感谢我的技术指导员龙浪霓工程师、CAD 制图郭会莉工程师，他们不仅仅是简单地指导我做毕业设计，把自己的知识和经验无私地传授给我，启发我思考，让我能够理论联系实际，并指导我改正，使我能真正地学到东西，而不是仅仅为完成任务。

在这里，我还要感谢我的毕业设计指导老师冯景华老师及四年来我的所有课任老师，感谢你们的教导，让我一步步成长。感谢母校景德镇陶瓷科技艺术学院为我们提供了优越的学习环境。以后我会在自己的工作岗位上努力奋斗，作出积极的贡献。

参考文献

- | | |
|----------------|---------------|
| 1、《离心泵技术条件》 | GB/T5657-1995 |
| 2、外壳防护等级（IP）代码 | GB4208-93 |
| 3、现代泵技术手册 | 关醒凡编著 |
| 4、机械零件设计手册 第1卷 | 成大先主编 |