

水泵叶轮车削系数的探索

王建刚

运城市夹马口引黄管理局 山西 运城 044000

摘要:从水泵叶轮车削调节的概念和原理入手,根据车削调节的具体规定,计算出国产水泵不同比转速的实际车削系数,并点画出分布特点,与国外文献、国产低比转速水泵推荐车削系数进行比较,得出国产水泵实际车削量过大,影响实际生产的结论,结合生产实践经验提出了三点建议。

关键词:比转速;车削系数;车削量

中图分类号:TH131

文献标识码:B

文章编号:1005-6254(2005)01-0031-03

0 引言

水泵在使用过程中常常会遇到所需要的工作点A(Q_A, H_A)位于水泵原有 $Q-H$ 曲线的下面。此种情况出现时,应首先考虑利用水泵相似律来解决矛盾,降低水泵转速。利用相似律时常会受到电机转速制约,使用低转速电机不但造价较高,功率因数和效率又相对较低。为解决上述矛盾,常把水泵叶轮车小,以扩大水泵的使用范围。

1 叶轮车削调节的原理

水泵生产厂家不可能针对每一个使用单位进行设计、生产,而是将原叶轮进行车削调节以扩大水泵使用范围,满足工农业生产需要,所用公式如下:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2}; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2; \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3 \quad (1)$$

据有关资料车削换算公式是用相似理论导出的,但车削前后的叶轮实际上并不相似,因此运用车削公式会引起误差。为了修正误差,一般按以下公式确定实际车削量 $\Delta D_{\text{实}}$:

$$\Delta D_{\text{实}} = K \cdot \Delta D_{\text{计}} \quad (2)$$

式中 $\Delta D_{\text{计}}$ 为按(1)式计算出来的车削量; K 为实验求得的车削系数。

2 叶轮车削调节的规定

2.1 车削限度

水泵叶轮车削限度与叶轮比转数有着密切关

系:叶轮车削量随比转数增加而递减,当比转数 $n_s > 350$ 时,车削量极限值近似为零,见表1。

表1 水泵叶轮车削限度

比转数(n_s)	60	120	200	300	350	350以上
许可最大车削量	20%	15%	11%	9%	7%	0

2.2 车削系数与比转数的关系

因为车削系数 K 是用实验方法所得,厂家之间可能存在误差。根据国外文献,见图1,水泵的车削系数 K 值小于1,当比转数 n_s 为40~70时, K 值约为0.8~0.9;随着比转数 n_s 的增加,其 K 值愈来愈小,当 n_s 变为350时, K 值近似为零。

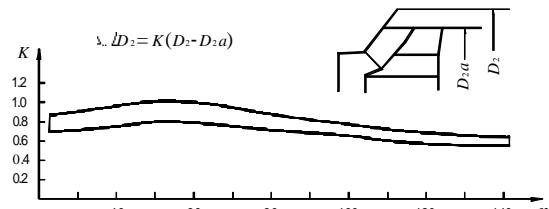


图1 车削系数与比转数的关系

3 国产水泵叶轮的车削情况

3.1 车削系数

国内水泵生产厂家一般不给出叶轮车削量修正系数 K 与比转数 n_s 的关系曲线,笔者根据生产厂家的随机文件及公式(1)(2)推算出一些有代表性的厂家的车削系数值,计算结果见表2。

根据图1模式,将计算出来的 K 值逐一点画成图2,与图1相比较,最明显的特点是,国产水

作者简介:王建刚,1966-,男,山西临猗人,工程师,运城市夹马口引黄管理局灌溉中心主任。

泵的车削系数与水泵的比转数几乎无多大关系,随意性较强。

表2 国产部分水泵车削系数

型号	流量 Q (m³/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	轴功率 P (kW)	配套功率 P _配 (kW)	叶轮直径 D (mm)	车削系数 K
12SH - 6	792	90	1450	250	300	540	
12SH - 6A	756	78	1450	217	260	510	0.800
12SH - 6B	720	67	1450	180	225	475	0.877
16SA - 9	1260	96	1450	428	500	535	
16SA - 9A	1260	85	1450	370	500	510	0.792
16SA - 9B	1260	76	1450	318	440	480	0.933
16SA - 9C	1080	40	960	140	185	535	
16SA - 9D	1080	35	960	123	155	510	0.724
16SA - 9E	900	32	960	95	110	480	0.974
14SA - 10	1080	68	1450	230	280	466	
14SA - 10A	1080	58	1450	196	260	440	0.730
14SA - 10B	1080	48	1450	162.2	225	425	0.550
14SA - 10C	800	28	960	70.2	95	466	
14SA - 10D	720	25	960	56.4	75	440	1.013
14SA - 10E	720	21	960	47.4	75	425	0.657
8SH - 13	288	41.3	2900	38.1	45	204	
8SH - 13A	270	36	2900	33.1	37	193	0.812
10SH - 13	486	23.5	1450	36.2	45	292	
10SH - 13A	414	20.3	1450	27.6	37	270	1.068
12SH - 13	792	32.2	1450	80.3	90	352	
12SH - 13A	720	26	1450	60.7	75	322	0.840
20SH - 13	2016	35.1	970	219	280	550	
20SH - 13A	1872	31	970	186	215	510	1.208
24SA - 18	3240	32	960	317.5	380	550	
24SA - 18A	2000	13.5	730	134	155	490	0.422
32SA - 19	5400	29	730	474	570	716	
32SA - 19A	5000	26	730	393.5	475	680	0.946
32SA - 19B	4700	20	730	284.8	320	625	0.750
32SA - 19C	4000	16.5	585	200	260	680	
32SA - 19D	3800	13	585	151.2	180	625	0.720

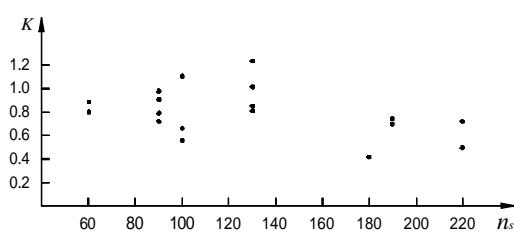


图2 叶轮车削量修正系数描点

3.2 实际应用

临猗县回龙电灌站四级站曾使用的20SH-13A型水泵与夹马口泵站堡里二级站曾使用的10SH-13A型水泵,均达不到设计要求,出水量明显

偏小。经厂家现场实地测量后,认为达不到设计要求的主要原因是车削系数过大,后经厂方更换大叶轮后,上述矛盾均得以解决。

3.3 问题所在

根据有关文献推荐,国产低比转数水泵车削系数可采用下式计算:

$$K = (0.8145 \sim 1.2013) - 0.1543 \left(\frac{n_s}{100} \right) \quad (3)$$

与图1比较总的趋势有其相似之处,即车削系数K值是随水泵比转数增加而减小。为了作定量比较,可以令n_s分别为60、70、80、90、100、110、120、130、140、150、160、170、180、190、220计算出K值,与国外文献、厂家实际参数进行比较,见表3。由表4可知,K₂、K₃值比较接近,K₁明显偏大。

表3 车削系数K值比较

n _s	厂家 K ₁	国外文献 K ₂	推荐 K ₃
60	0.800、0.877	0.8	0.722
70		0.78	0.706
80		0.77	0.691
90	0.792、0.933、0.724、0.974	0.70	0.676
100	0.55、0.73、1.013、0.657	0.68	0.660
110		0.62	0.645
120		0.60	0.629
130	0.812、0.84、1.643、1.208	0.58	0.614
140		0.57	0.598
150			
160			
170			
180	0.422		0.537
190	0.946、0.75、0.72		0.521
220	0.692、0.499		0.475

当水泵叶轮需要车削时应慎之又慎,全面权衡利弊而后确定实际车削量。车削量宜小不宜大,因水泵叶轮直径随使用时间延长而变小;另外,理论和实践皆说明在叶轮直径允许减少的范围内,泵效率下降很小,但流量与扬程变化却很大。

4 几点建议

1) 水泵配套电机功率为水泵轴功率与配套系数的乘积,选配时其值结合定型电机来确定。因电机为通用机械非水泵专用,故电机功率应等于或略大于计算出的配套功率,可将此部分功率余量,用来减少叶轮的车削量。以14SA-10A型水泵为例,据公式(1)解得:(下转第39页)

- [3] 魏永曜,王雪珍.树状输配水管网的优化设计[J].水利学报,1992,5:9~12.
- [4] 王新华.自压喷灌设计中干管管径计算方法的探讨[J].节水灌溉,1998,6:2~5.
- [5] 何光渝. Visual-Basic 常用数值算法集[M]. 科学出版社,2002.
- [6] 傅琳,董文楚,郑耀泉.微灌工程技术指南[M].北京:水利电力出版社,1987,5.

The Optimal Design for Sprinkle and Micro Irrigation Main Pipe Net

ZHU De-lan^{1,2}, WU Pu-te^{1,2}

(1. College of Resources and Environment, Northwest Sci-tech University of A&F, 2. National Engine Research Center of Water Saving-Irrigation for Yang-Ling, Shanxi 712100, China.)

Abstract: Sprinkle and micro irrigation main pipe net with pressure was designed by two grades optimal method. Annual cost was used as objective function and successive diameter and pressure of pump was used as decision variation. An nonlinear programming is established and solved by Lagrange method. A series of successive optimal diameter are obtained. On the base of the first optimal diameter, some shopping diameters are selected according to the number of diameter variation of operational requirement. The diameter and length are used as decision variation to obtain minimum annual cost. A linear programming is established and solved by DanChunXing method. Then water pressure of every dot along to main pipe was computed. By using the method, not only is minimum annual coat obtained, but also is operational requirement satisfied. A design example is displayed. The result showed that no specialist could use the design program, which is based on Visual-Basic language, conveniently and it is suitable for any pressure main pipe net design.

Key word: Main pipe with pressure; Nonlinear programming; Lagrange method; Linear programming

(上接第32页) $D_2 = 454.63 \text{ mm}$, 此时车削量变为 12 mm , 车削系数 K 值为 0.337 。利用水泵配套余量后, 叶轮车削系数大为降低。若用于清水泵站, 或适当增加车削量, 或增大水泵出水量, 或提高水泵扬程, 皆留有余地; 若用于多泥沙水源泵站, 由于泥沙磨损类同于“车削”, 故可采用低系数 K 值, 以延长叶轮使用寿命。

2) 对厂家的产品说明书, 应进行认真核实。由表 2 可知 10SH-13A 和 20SH-13A 两种水泵的车削系数 K 值皆大于 1, 从理论上讲水泵的出水量都不可能满足生产需求。

3) 正确对待文献中推荐的车削系数 K 值计

算式(3): 令 $K=1$, 反求得比转数 $n_s=-120.45 \sim 130.71$ 。由此可以看出, 当比转数 n_s 小于 130.71 时就会出现车削系数 K 大于 1 的情况, 10SH-13A 与 20SH-13A 水泵叶轮车削量的计算足以说明式(3)应用的局限性。

参考文献:

- [1] 武汉水利电力学院. 水泵及水泵站[M]. 水利电力出版社.
- [2] 上海水泵厂. SH型双吸离心泵产品说明书.
- [3] 长沙通大集团长沙水泵厂. SLA立式单级双吸离心泵.
- [4] 赵梦征, 沙鲁生. 抽水机与抽水机站(第二版)[M]. 北京: 水利电力出版社.

Research of Lathe Coefficient for Pump

WANG Jian-gang

(Yuncheng City Jiamakou Yinhuang Bureau, Yuncheng, Shanxi 044000, China)

Abstract: Analysis from the definition and working principle and the specification of pump lathe regulation, different practical lathe coefficient with different pump specific number is list, the distribution feature map is drawn, and the comparison with overseas documents and national low specific number pumps' lathe coefficient. The conclusion of too large actual lathe quantity affect practical produce and three piece of advice are given.

Key words: Specific number; Lathe coefficient; Lathe quantity