

## 关于水輪的一些問題——答黃明忠同志\*

刘世宁 張厚攻  
(中国科学院力学研究所)

我們和其他两位作者,根据对我国小型农村水电站和水力站的一些考察和了解,提出水輪对我国农村仍有独特的优点,也提出了一些改进办法和計算。黃明忠同志对水輪提出了另一些看法与本文作者們討論,我們觉得很好,現在也把我們的主要观点再簡單闡述一下。

我們的出发点是:水輪在制造上比較簡單,在我国农村中有悠久的历史,广大农民对它非常熟悉,是劳动人民的寶貴遺產。現在看来,虽然有一些缺点,但是利用現代科学的成就,可以改进,也应当改进,并且提出了改进的方案。經過改进后,虽然結構上比較复杂了,但是仍然比現有的农村水輪机簡單,但它的效率却并不低于現有的农村水輪机,也許还会高一些。同时我国广大农民对它都很熟悉并且是掌握了的东西。由它来开始,作为农村机械化、电气化的工具之一,比由水輪机(即使是木制的)开始,也許更适宜遍地开花,更符合“由土到洋”。

黃明忠同志的意見是“水輪的确是一种落后的水力机械”;“它将被完全淘汰”,因此沒有办法也沒有必要去改进它。如果进行改进的話,必然使結構复杂,沒有任何好处。因此只應該研究水輪机,不應該再搞这种“落后”的水輪,尽管它在农村中最普遍,最为广大人民所熟悉。

就是因为这一出发点不同,就引起了对一些具体問題的看法不同。例如利用尾水渠来收回动能的問題,我們的看法是:水輪的最大缺点就是轉数低,因此要想办法提高它的轉数,但是轉数愈高出口动能的损失也愈大,会使效率大为降低。为了要想办法收回这些出口动能的损失,就想用特制的尾水渠来收回动能。特制的尾水渠是比較复杂一些,但是无论如何,比农村用小型水輪机的弯曲尾水管构造簡單得多,所以在农村中推广比水輪机仍然方便得多。但是黃明忠同志則認為既然构造比原来的复杂,就沒有必要搞。

又如对中冲式水輪,我們認為它虽然在各种水輪中构造較复杂,但对农村条件來說,仍比最簡單的低水头水輪机簡單得多,即使加上回收动能的尾水渠仍然是如此。对于这一点黃明忠同志則認為水輪中只有下冲还可以搞,因为最簡單。至于中冲式因比下冲式复杂(虽然比水輪机簡單得多)所以沒有前途,不必改进,不如干脆完全让位給水輪机。

又如当証明漏水损失随着縫隙加大而加大很多,而現有中冲水輪的縫隙又不小时,黃明忠同志就認為这是沒有办法的,更証明中冲水輪應該淘汰。而我們則由此認為应想尽一切办法減少这一縫隙,如果还有困难的話就可以加一些封水装置防止漏水损失。

\* 1960年5月11日收到。

对于另外一些具体问题，我们的答复如下：

1. 关于收回动能的尾水渠有无必要问题。我们的看法是，为了克服水轮的最大缺点之一——转速过慢，就必须想办法提高它的转速，转速提高后，出口动能损失会随之加大，可占总能量的 10%，20% 或者更多，这样就有必要考虑收回动能的尾水渠了。如果不能收回动能，转速就不能提高很多。如果转速很低，当然可以不考虑收回动能问题。修尾水渠是比不修要复杂些，但目前我国农村所用的木制螺旋式水轮机则常常要修弯曲尾水管。与这些弯曲尾水管比起来，收回动能的尾水渠显然要简单得多，而且长度也不会太大。因此也不会“不合算”。

2. 黄明忠同志认为“下游水位的降低对双击式水轮机的工作并无什么影响”，“特别设计的明渠对目前某些农村采用的双击式水轮机会较大的效果，这也是很难令人理解的。”我们的粗浅看法是，利用回收动能的尾水渠，可以使水轮出口处的水面降低（比更下游的水面还要低），这样就可以使双击式水轮机的安装高程降低，也就增加了有效落差，因而有利。具体计算和证明已列在文献[2]中，这里就不再重复。

3. 黄明忠同志认为“用明渠来代替吸出管水下扩散部分是不合理的。”但是并没有论证来支持这一论点。我们认为用明渠代替现有尾水管水下部分，在原则上是可行的。它的原理的确与尾水管的作用不同，但它可以利用尾水本身的动能降低水轮下游水位，增加有效水头，实际上就是收回了动能。虽然原理与尾水管不同，但产生的效果却相同，因此结果相同。

4. 关于水轮叶片对工作影响的问题。实际上，在上文<sup>[2]</sup>中已指出，完全利用水的位能是一种理想情况，如果水对水轮没有相对速度，则对水轮做功的就是水的重力，此时冲击损失为零。水的速度就和水轮在该点的速度相同，这部分动能就由水轮流出，但是可以由尾水渠收回（即降低水轮出口处水位，增加有效落差）。增加进水速度是为了增加转速，并不是为了利用水的动能。

对冲击损失的分析在上文<sup>[2]</sup>中已经给出证明。式(5.1)就是证明的结果。求出进口冲击损失：

$$T = \frac{u^2}{2g}$$

其中  $u$  为水流对叶片的相对速度，与叶片形状无关。这个证明在力学上已经充分了。黄明忠同志认为“若叶片设计得使水流贴服地在叶道内改变其方向和大小，动能将变为对叶道壁的作用力，使水轮转动而做功。若叶片设计得不好，动能将全部变冲击损失。”动能变为力这句话当然有点不太严格，可能是笔误我们不去管它。但这一结论并没有分析和证明作为它的后盾，因此说服力还是不强的。实际上，这一结论可能是根据对普通水轮机的分析而得到的，但是水轮和水轮机的工作原理并不相同。简单想来，如果叶片设计得好，水流沿水轮半径方向的运动，可对叶片产生一个切线方向力（相当于机翼或叶栅的儒可夫斯基力）。这个力可以做功，似乎能量就不损失了，但是再想一想，就会发现这个看法是不对的，因为沿半径方向的分速度对应的动量矩等于零（因臂长为零），所以它不能对水轮的旋转做功。因此对应于这部分的动能就迟早要损失掉（因它不能对水轮做功）。所以无论叶片形式如何，也不能使这部分的动能对水轮做功。因此只要不是叶片形状特别坏，以致

使水流不进去或发生其他问题,叶片形状就没有影响。

关于纵向与横向间隙问题,我们在上文中证明了漏水损失随间隙的加大而加大(不是线性增加)。黄明忠同志认为一般水轮间隙应在10~15厘米。因此损失很大,无法保证效率,由此证明水轮应被淘汰。但我们认为应想办法减小间隙,如实在有困难就应加一些防漏装置(如胶皮,旧车胎等),以提高它的效率,让这些古老的水轮为社会主义建设出一把力。

以上是对黄明忠同志全部问题的答复。当然由于作者的水平,上次和这篇文章内都可能有很多错误和不妥之处,但是我们相信,我们的出发点——想用最新的科学技术,武装一下最古老、最为广大农民熟悉的水轮,让这些“土”的东西不断提高,为农村机械化、电气化再出一把力是正确的。因此如有什么错误和不妥之处,请大家指出,并且一齐来改进,共同为农村四化而努力。

#### 参 考 文 献

- [1] 张厚政,胡渭昌,刘世宁,柳春明:基流流力学水轮的效率与改进措施,力学学报4(1960),55—65。
- [2] 黄明忠:本期力学学报,222。