



高等学校教材

专科适用

水轮发电机组的安装与检修

长春水利电力高等专科学校 于兰阶 主编



高等学校教材

专科适用

N1126/20
水轮发电机组的安装与检修

长春水利电力高等专科学校 于兰阶 主编



398375

中国水利水电出版社

高等学校教材

专科适用

水轮发电机组的安装与检修

长春水利电力高等专科学校 于兰阶 主编

中国水利水电出版社 出版
(原水利电力出版社)

(北京市三里河路6号 100044)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 12.25印张 279千字
1995年9月第一版 1998年10月北京第二次印刷
印数 2021—5020册

ISBN 7-80124-621-7/TV·337

(原 ISBN 7-120-02186-9/TV·862)

定价 12.10元

内 容 提 要

本书着重讲述水轮机、水轮发电机安装、检修的基本工艺和安装程序,对安装、检修的主要环节作了较详细地叙述;介绍了一些小型机组的安装调整方法;对水轮发电机组经常出现的故障、原因及处理方法作了简单介绍。

本书是为高等专科学校“水电站动力设备”专业编写的一本通用教材,理论和实际密切结合,重点突出,文字简练,除作为专科教材外,也可供给从事水轮机、水轮发电机安装、检修的工程技术人员和中等专业学校的师生参考。



前 言

本书是根据“1990~1995年高等学校水利水电类专业专科教材选题和编审出版规划”的规定,按高等专科学校“水电站动力设备”专业培养目标的要求,并注意到本专业安装和检修人员的实际需要而编写的。

本书的取材立足于国内实际,重点介绍了国内大、中型特别是混流式水轮机、悬吊式发电机的安装与检修的基本工艺和方法,同时也介绍了一些小型机组的安装方法。结合生产实际,增加了一些新的内容,并编有实际例题,以便培养读者分析问题和解决问题的能力。在各章后面均附有复习思考题,以利于帮助读者理解和消化各章节的内容。

全书共分七章。第二、三、四、五、七章由长春水利电力高等专科学校于兰阶编写;第一、六两章由长春水利电力高等专科学校付成山编写;全书由于兰阶统稿、主编,由武汉水利电力大学刘忠贤主审。

由于编者水平和实践经验有限,书中缺点错误在所难免,欢迎读者提出宝贵意见。

编 者

1994年5月

目 录

前 言

绪 论	1
第一章 水轮发电机组安装的基本工艺	3
第一节 部件组合装配	3
第二节 安装中的基本测量	8
第二章 水轮机安装	17
第一节 概述	17
第二节 混流式水轮机埋设部分安装	21
第三节 混流式水轮机导水机构预装	30
第四节 混流式水轮机转动部分组装	35
第五节 混流式水轮机正式安装	38
第六节 轴流转桨式水轮机的安装特点	46
第三章 水轮发电机安装	56
第一节 概述	56
第二节 发电机转子组装	64
第三节 发电机定子组装	74
第四节 发电机转子吊入找正	79
第五节 推力轴承的安装与调整	81
第六节 机组轴线测量与调整	88
第七节 导轴承的安装与调整	97
第四章 卧式机组的安装	103
第一节 概述	103
第二节 卧式混流式水轮机安装	105
第三节 贯流式水轮机安装	109
第四节 卧式水斗式水轮机安装	113
第五节 卧式发电机安装	120
第六节 卧式机组轴线测量与调整	121
第五章 水轮发电机组的起动试运行	126
第一节 机组起动试运行的目的和内容	126
第二节 机组起动试运行的程序	127
第六章 水轮发电机组的振动与平衡	133
第一节 机组振动的危害和原因	133
第二节 机组振动的测量方法	135
第三节 机组振动的分析方法	140

第四节	水轮机转轮静平衡试验	145
第五节	发电机转子动平衡试验	150
第七章	水轮发电机组的检修	161
第一节	概述	161
第二节	水轮机主要零部件的修复	167
第三节	发电机主要零部件的修复	181
第四节	水轮发电机组经常出现的故障和解决方法	184

绪 论

《水轮发电机组的安装与检修》是一门研究水轮机、水轮发电机安装工艺和修理工艺的专业课程。

水利资源的开发,水电站的设计、施工,水轮发电机组的设计、制造和安装,以及水电站的运行和经营管理等,所有这些,作为一个整体来看,要解决许多相互联系而又相互影响的比较复杂的科学技术问题。水轮发电机组的安装与检修是这个整体的不可缺少的部分。

水电站机电安装工作质量的好坏,直接影响水轮发电机组的长期、稳定和安全运行。

所谓使用长期性,是指机组应具有制造厂规定的使用寿命(一般在30~40年以上)。在运行中,这主要决定于零部件抗磨损和抗气蚀的性能。

所谓运行稳定性,是指机组在运行中的振动和摆度都在允许的范围之内。

所谓安全可靠性,是指机组在规定的使用期间内和规定的使用条件下,能够无故障地运行并发挥其应有的功能。

当然,以上这些要求除跟机组的设计、制造和运行管理有直接关系外,跟机组的安装质量好坏和运行中对机组的维护检修也有密切关系。

水轮机的单位载能效益低,跟同样功率的其他动力设备比较,水轮机的工作机构就需要有足够大的尺寸。为了保持其结构具有必要的强度和刚度,部件的重量必然要增加。例如300MW机组的水轮机转轮,其名义直径为5500mm,最大直径为6110mm,转轮的重量竟达102t。SF300-48/1260型水轮发电机定子直径为14350mm,其转子重量达650t。这就给水轮机转轮、发电机转子和定子等大型部件的整体制造和运输都带来了困难。为此,大型部件须采用分瓣、分件制造,待运到安装工地后再进行组装。所以,尺寸大,重量大,工艺复杂,技术条件要求严格,这是现代水轮发电机组安装工作的特点之一。

由于自然条件的差异和开发水电方式的不同,各种类型的水电站要求有不同型式的水轮发电机组,它们的安装方法和安装工艺都是有差别的。例如冲击式水轮机、混流式水轮机和转叶式水轮机这三者的结构不同,调节方式也不相同,转叶式水轮机双重调节的受油器操作油管的安装和转轮叶片操作机构的安装,比起混流式和冲击式水轮机的安装要复杂得多。斜流式水轮机和贯流式机组,由于其导轴承和推力轴承的结构型式不同,安装起来也比较复杂,这是水轮发电机组安装工作的特点之二。

安装过程中有大量的试验调整和计算工作,例如调速器的调整试验,各部件的焊接质量检查,水平、高程、中心、圆度、垂直度的测量调整,大型螺栓紧固力和伸长值的计算,轮辐烧嵌的温度计算,机组的轴线测量与调整,水轮机转轮的静平衡试验,机组投产前的调整试验,起动试运行和动平衡试验等工作,理论性和技术性都很强,这是水轮发电机组安装工作的特点之三。

基于上述这些特点：

本教材第一章专门讲述了水轮发电机组安装的基本工艺。

第二、三、四章分别介绍了水轮机、水轮发电机、卧式机组的具体安装工艺。

第五章叙述了水轮发电机组投产前的起动试运行，这项工作是为了发现机组运行的前期故障。经验证明，机组前期故障处理得越彻底，对正式投产后正常运行越有利。

为了提高水轮发电机组运行的稳定性，消除其振动是一项重要措施。机组产生振动，除了由于其本身结构和性能方面的原因之外，往往是由于在安装工作中忽视了静、动平衡。第六章就是讨论机组的振动和平衡问题。

第七章也就是本教材的最后一章，简单地介绍了水轮机、水轮发电机一些主要零部件的修复方法和技术措施。

科学技术在不断地发展，水轮发电机组的安装和检修技术也在不断地提高，新方法、新工艺不断地被采用。在工程上如何吸取和引进国外的一些先进技术和工艺，是我们每位水电工作者应该引起足够重视的问题。

第一章 水轮发电机组安装的基本工艺

大型水轮发电机组,在制造厂虽然对某些零、部件进行过预组装,检查其加工质量及配合尺寸,但由于运输条件的限制,一般直径大于4m的部件都要分瓣运输,并在水电工地对机组的一些部件要重新组装,所以水电站工地的机电安装工作是典型的制造厂装配工艺,甚至有些工艺过程在制造厂是不可能进行的,其工作量之大,工艺之复杂,往往都超过了制造厂内的装配范围。所以水电站的机电设备安装是机组投入运转之前的一项关键性工作,安装质量的好坏,直接关系到将来水电站的安全经济运行。因此,采用先进合理的安装工艺和正确的操作方法,对保证安装质量和机组的使用年限(寿命)有着重要的意义。

尽管机组的尺寸、型式各不相同,但基本安装工艺可大体上归纳为几个主要方面。下面分别介绍。

第一节 部件组合装配

为了把水轮发电机组的各零件按一定的技术要求组合起来,确保机组正常可靠地投入运转发电,在安装工地上,水轮发电机组的组合装配主要是钳工修配与连接组合。

一、钳工修配

钳工修配包括手工凿削、锉削、锯割、钻铰孔、攻套丝、刮削和研磨等。

1. 手工凿削和锉削

手工凿削和锉削是为了使零部件表面间的接触良好或机件之间的相对位置正确,一般适用于精度要求较低的以及加工量较大的场合。如水轮机导水机构导叶的上、下端面和立面间隙的调整等。

2. 钻铰销钉孔配制销钉

在水轮发电机组安装中,所有参加预装定好位的机件,都需要钻铰销钉孔配制销钉,以固定已经调整好了的机件的相对位置。如水轮机的下部固定止漏环、底环、顶盖、导轴承(指橡胶瓦轴承或筒式瓦轴承),发电机的下机架、定子、上机架等。

销钉除了用来定位,以保证机件之间的相对位置正确外,当使用紧固连接螺栓只承受拉力时,则切向力由销钉承受,如发电机转子轮毂与轮臂组合缝间的垂直销钉就起这个作用,这样可以提高连接的可靠性。

3. 配合表面的刮削和研磨

为了改善配合表面的接触情况,使配合表面接触均匀严密,提高零件表面光洁度、形状精度和配合精度,对一些配合件的表面,如轴瓦、镜板等都要进行刮削和研磨工作。刮削主要是手工操作,可达到相当高的精度和光洁度。但手工刮削劳动量很大,所以其加工量应尽量小,一般在0.05~0.10mm范围内。

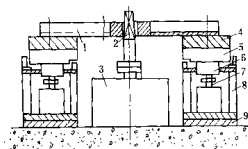


图 1-1 推力瓦研磨布置图

- 1—旋转臂；2—方锥形轴头；3—研磨机；
4—镜板；5—推力瓦；6—托盘；
7—支柱螺栓；8—推力轴承座；9—木板

(1) 推力瓦的研刮：推力瓦刮削时，应通过研磨显出高点，根据高点的大小进行刮削。推力瓦粗刮时，一般采用特制的小平台或镜板背面研瓦；精刮时用镜板正面在研磨机上进行，如图 1-1 所示。先把轴承座置于事先放好的木板上，在呈三角形方位的支柱螺栓上放好三块推力瓦，用无水酒精把三块瓦面和镜板光洁面擦干净后，将镜板面朝下吊放在推力瓦上，调整镜板水平在 $0.1 \sim 0.3 \text{ mm/m}$ 以内，然后通过螺栓把镜板与旋转臂（可用一长条槽钢做成）连接为一体。为了便于工作，从地面到瓦面的高度应适当，一般以 $600 \sim 800 \text{ mm}$ 为宜。

上述工作结束后，即可对推力瓦进行研磨。用研磨机带动镜板按机组旋转方向转 $2 \sim 4$ 圈，速度一般在 $2 \sim 6 \text{ r/min}$ 范围内（镜板直径大时取小值）。然后用起重设备吊开镜板或用特制的抽瓦台车抽出推力瓦，放在特制的平台上，就可以进行推力瓦的刮削工作了。

对于推力瓦刮削时，首先是粗刮，一般采用宽形平面刮刀大面积的把高点刮掉，经过几次研刮之后，瓦面呈现均匀而光滑的接触状态，接着就可以进行精刮。精刮时，按接触情况用弹簧刮刀按次的进行刮削，刀痕要清晰，前后两次刮削的花纹应大致垂直。每次刮削时应把最大最亮的点全部刮掉，中等接触点挑开，小点暂时不刮，这样会使大点分成多个小点，小点变成大点，无点出现小点。一般要求瓦面接触点 $1 \sim 3 \text{ 点/cm}^2$ 。当接触点达到要求之后，可对照图纸修刮进油边，非进油边刮出倒角，如图 1-2(b) 所示。

当三块推力瓦或一块推力瓦研刮合格之后，随即换上未刮的推力瓦继续进行上述工作，直至刮完所有的推力瓦为止。对镜板与推力瓦摩擦的表面，其粗糙度要求在 $\sqrt{0.2} \sim \sqrt{0.3}$ 以上。

经过机组盘车之后，再次抽出推力瓦，检查瓦面接触情况，进行修刮。并以支柱螺栓中心为中心线，将推力瓦中心刮低两遍，第一遍刮瓦宽的 $1/2$ ，先刮低 $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$ ，第二遍刮瓦宽的 $1/4$ ，再刮低 $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$ ，如图 1-2(a) 所示。前后两次的刀花应互相垂直。刮低的目的是为了减少瓦在运行时产生的热变形（图 1-3）和机械变形（图 1-4）而引起的瓦面凸起。

对于薄形推力瓦，中心部分可以不必刮低，但薄瓦背面与托瓦接触应均匀，无间隙。为此在刮瓦前，首先研磨薄瓦和托瓦之间的接触面，其接触面积要大于 70% 。

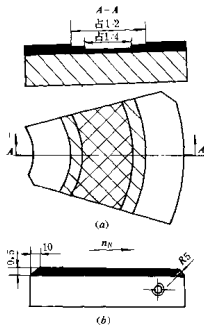


图 1-2 推力瓦面刮低示意图

(a) 瓦面刮低部位；(b) 刮削进油边

(2) 导轴瓦的研刮: 导轴瓦的研刮工作, 一般是在主轴竖立之前水平放置的时候进行。研磨前, 将主轴轴颈清理干净, 在轴颈上绕上 4~5 圈麻绳 (也可加铅箍) 作为导向用, 如图 1-5 所示。用酒精或苯再次清洗轴颈和轴瓦, 然后把瓦扣在轴颈上, 往复研磨 6~12 次, 再将轴瓦放在刮瓦架上, 按推力瓦的方法刮削, 直至合格为止。

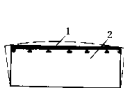


图 1-3 推力瓦的热变形

1—巴氏合金层; 2—钢瓦坯

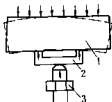


图 1-4 推力瓦的机械变形

1—推力瓦; 2—托盘; 3—支撑螺栓

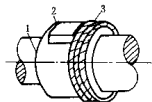


图 1-5 导轴瓦研磨

1—轴颈; 2—导轴瓦; 3—软质绳捆

对于筒式导轴瓦, 其接触点应有 $1 \sim 2$ 点/ cm^2 。检查油孔油沟应无脏物阻塞。随着轴瓦加工精度的提高, 目前多数安装单位倾向于筒式导轴瓦不研刮, 实践证明, 运行情况良好。

导轴瓦研刮合格后, 轴颈表面涂油并用白布或塑料布缠绕保护。瓦面上均匀地涂一层纯净的凡士林油, 用白纸贴盖或装箱保护。

(3) 镜板的研磨: 研磨可达到最高的加工精度。通常采用化学研磨法, 也有时用机械研磨法。

化学研磨是由于涂在加工表面的研磨剂中有酸的作用, 使其被研表面产生一层很软的氧化金属薄层, 然后借助于磨具的运动除去这层氧化膜的加工方法。

机械研磨是利用悬浮在液体中的研磨料对磨具和被研件表面进行研磨。磨料的晶粒有很高的硬度, 通过晶粒锐边的切削作用而达到研磨的目的。

镜板的研磨是在研磨机 (图 1-1) 上进行的。把镜板镜面朝上放在推力轴承座上, 用纯苯或无水酒精清洗镜面, 用绸布擦下, 并涂上研磨剂。把两个长条形外包有法兰呢的研磨平台放在镜板上, 将其用螺丝与旋转臂连接。通过下面的电动机使旋转臂带着两块磨具顺机组回转方向转动, 转速控制在 $6 \sim 7 \text{ r/min}$ 。由专人照料研磨工作, 直到研磨光亮为止。

磨光后的镜板表面涂以猪油或其他不含水分无酸碱的油脂, 用描图纸盖上, 再盖上毛毡, 镜面朝上, 水平放置。

二、连接组合

在水轮发电机组安装中, 过盈配合与螺纹连接在零部件装配中经常遇到。现介绍如下:

1. 过盈配合连接

实现过盈配合连接有两种方法, 当零部件不很大时, 将轴件在冷态下用千斤顶或油压机压入, 也可用其他工具 (如大锤等) 敲打入轴孔中; 当连接件的尺寸很大而且需要很大的压力时, 上述的连接方法就行不通了, 在这种情况下则采用热套法。

热套法是将配合的轴孔加热, 使孔径膨胀, 然后将轴件装入, 以待轴孔冷却后, 在相连接的机件之间形成相当紧的连接, 它和压入法相比较具有以下优点:

(1)不需要施加压力就能套入。

(2)在装配中接触表面上的凸出点不被轴向摩擦所磨平,从而大大地提高了连接强度。

热套法在水轮发电机组安装中主要用于分瓣转轮的轮箍、发电机转子主轴与轮毂的热套中。

热套的加热方法,目前多采用铁损加热和电炉加热。其中铁损加热具有受热均匀,温度容易控制,操作方便,能满足防火要求等优点。

铁损加热法就是在被加热件上绕以激磁绕组,通入工频交流电激磁加热,用篷布覆盖保温,加热温度高于 80°C ,则需用特制的保温箱保温。发电机转子装配中的轮毂烧嵌多采用此种加热法。

白山水电站2号机是采用远红外线加热片来加热轮毂的,速度快,效果好。

目前有的还采用液态氮将轴件冷却(达 -200°C),使轴颈缩小,然后装入轴孔,以待轴件升到正常室温时,在机件之间形成强度较大的连接。此种方法用于较小零件的连接。

2. 螺栓连接

螺栓连接在水轮发电机组安装中应用很广泛。为了确保螺栓连接的可靠性,螺栓的紧力要符合要求。紧力过小不能保证连接的紧密和牢固;紧力过大又可能引起螺栓本身塑性变形,在工作中使螺栓损坏。一般要求螺栓的紧力不能超过螺栓材料的弹性极限,并有一定的安全余量。

在拧紧螺栓过程中要特别注意,同一接合面各螺栓的紧力必须要一致,并要依次对称均匀拧紧,以免机件歪斜和螺栓承受紧力不均匀。

在水轮发电机组安装工作中,水轮机轴与转轮、发电机转子主轴与转子轮毂、水轮机主轴与发电机主轴等这些部件的连接,其螺栓紧力都有具体要求,所以在连接拧紧过程中都要进行螺栓伸长值的测定。

(1)螺栓伸长值计算:目前多数情况下各螺栓的伸长值均由制造厂给出。如制造厂没有给出时,可根据虎克定律——应力和应变成正比的关系,计算螺栓伸长值,其公式如下:

$$\Delta L = \frac{[\sigma]L}{E} \quad (1-1)$$

式中 ΔL ——计算的螺栓伸长值,mm;

L ——螺栓的长度,从螺母高度的一半算起,mm;

$[\sigma]$ ——螺栓许用拉应力,一般采用 $[\sigma]=120\sim 140\text{MPa}$;

E ——螺栓材料弹性系数,一般 $E=2.1\times 10^5\text{MPa}$ 。

(2)螺栓伸长值测量:测量螺栓的伸长值,通常用百分表和测伸长工具进行。一般主轴连接螺栓都是中空的,孔的两端带有一段螺纹。在拧紧螺母之前,应先在此孔中拧上测杆,用专用百分表架和百分表测杆上端头到螺栓端面以下的深度,如图1-6所示,按编号做好记录。在螺母逐步拧紧过程中,螺栓被拉伸,而测杆并没有伸长,再次用百分表测量杆端深度。把两次测量的记录值相减即得螺栓伸长值。边拧紧,边测量,直至伸长值达到制造厂给定值或计算值时为止,则认为螺栓紧力合格。

在测量中,接触面要清洁,每次测量时百分表架的位置要一致,以免影响测量的准确性。测螺栓伸长也可以用深度千分尺来代替百分表。

采用转角的方法也可以计算螺栓的伸长值。由于螺母转 360°时,要升高或降低一个螺距 S(mm),若使螺栓伸长 Δl (mm),则螺母转动的角度为 α ,其关系式如下

$$\alpha = \frac{\Delta l \times 360^\circ}{S} \quad (1-2)$$

用转角方法要特别注意螺母起始位置,使所有螺栓在受力之后刚开始伸长,然后再使各螺母按要求转相同的角度,达到紧力均匀一致的要求。

(3)螺栓的拧紧方法:拧紧螺栓的方法,通常用专用扳手由大锤或游锤锤击拧紧。

为了减轻劳动强度,提高生产率,在工程上对一般螺栓采用风动扳手和电动扳手来拧紧。对大型螺栓,则用桥机来拉紧螺栓,示意图如图 1-7 所示;或用液压螺栓拉伸器拉伸螺栓,随后旋紧螺母,如图 1-8 所示,以达到紧固的目的。

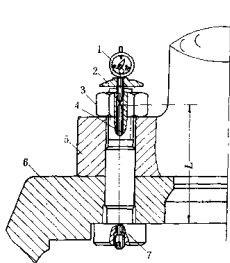


图 1-6 螺栓伸长值的测定

1—百分表;2—百分表架;3—螺母;4—测量杆;
5—大轴法兰;6—转轮上冠法兰;7—连轴螺栓

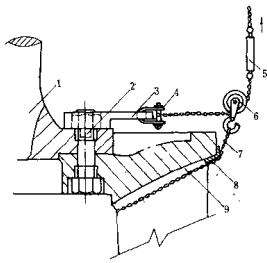


图 1-7 用桥机拉紧螺栓示意图

1—主轴;2—连接螺栓;3—扳手;4—卡扣;5—测力计;
6—导向滑轮;7—钢丝绳;8—垫板(木板或铝板);9—转轮

对于非销钉螺栓,可以把螺栓加热伸长,然后很快地把螺母拧到一定位置,当螺栓冷却之后就产生了预紧力。

螺栓加热,有中心孔的用专用的电阻加热器加热。加热前测每个螺栓的长度,加热 15min 后拧紧螺栓,待冷却后测螺栓的伸长,反复 2~3 次进行加热测量,直至伸长值达到要求为止。

对无中心孔的螺栓,可用电炉加热到所要求的温度,然后插入螺栓孔中进行连接。

对直径小于 50mm 的螺栓,中心无通孔时可不进行伸长值的测量,用手锤轻轻敲击,听声音判断各螺栓的松紧或紧力的均匀程度。

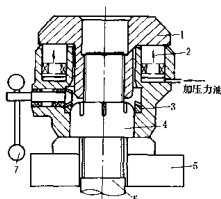


图 1-8 液压螺栓拉伸器

1—拉伸套;2—活塞;3—螺母驱动齿轮;
4—螺母;5—法兰;6—螺栓;7—手把

第二节 安装中的基本测量

在安装现场,水电站机电设备的校正调整和安装测量的基本方法以及使用的测量仪器大体上是一样的。机件校正调整工作进行粗细程度,采用的测量方法是否正确合理,以及仪器精度的高低等,都直接影响水轮发电机组的安装质量和进度。为此,必须对这些工作给予足够的重视,以免在安装过程中出现返工,拖延机组安装工期,不能预期投入运转发电。

一、校正调整工作

校正调整工作就是检查与调整零件或部件的几何尺寸,相对位置以及整个机组的位置,使之满足图纸上的技术质量要求。校正调整工作主要包括:

- (1) 对于校正调整的机件,必须确定校正调整项目;
- (2) 合理规定安装的质量标准(即安装允许的偏差);
- (3) 对于每一机件的校正调整项目,必须确定正确的基准。

下面把上述三项校正调整内容分别加以说明。

1. 机件的校正调整项目

机件的校正调整项目,必须按照机电设备的结构和技术要求决定。在现场进行校正调整时,常常根据零件和部件的平面、旋转面、轴、中心以及其他几何元素,检查它们的位置,特别是部件之间相对位置的正确性。在工程上经常遇到的各种部件的校正调整项目,主要可归纳为以下六项:

- (1) 平面的平直、水平和垂直。
- (2) 圆柱面本身的圆度、中心位置以及相互之间的同心度。
- (3) 轴的光滑、水平、垂直以及中心位置。
- (4) 部件在水平平面上的方位。
- (5) 部件的高程(标高)。
- (6) 面与面之间的间隙等。

2. 合理的安装质量标准

确定机电设备安装的允许偏差,必须考虑到机组运转的可靠性和安装工作简单这两个方面。假如安装允许偏差规定得过小,则校正调整工作复杂,延长校正调整时间;要将安装允许偏差规定得过大,又会降低机组的安装精度和运转的安全可靠性,直接影响正常发电。

为了保证安装质量,使安装质量标准有章可循,国家颁布了《水轮发电机组安装技术规范》(GB8564-88)国家标准。在制造厂没提出特殊的质量要求时,要严格按《规范》办事。

3. 安装基准

安装基准是在安装过程中,用来确定其他有关零件或部件位置的一些特定的几何元素(点、线、面)。

安装基准有两种：①在安装件上的基准，它代表安装件的安装位置，安装件上其他部分都以它为准，这种基准称为工艺基准；②用来校正安装件和给安装件定位的基准，这种基准本身不在安装件上，称为校核基准。

在电站厂房中，由上建单位给定的中心线基准点和高程基准点，作为水轮发电机组安装的原始基准。基础中心 X 、 Y 轴线的方位，决定着整个水轮发电机组各零部件的位置。基础中心以 X 、 Y 轴线拉线的形式给出的；高程基准点则标在埋设在厂房混凝土墙壁上的铁件上。

在安装工程上，把确定其他有关机件位置的机件，称为安装基准件。安装基准件上应该有一个以上的校核基准。基准件的安装精度对其他零部件的安装精度有决定性的影响，因为机件的实际总偏差是由基准件的安装偏差和机件本身的安装偏差累积起来的。

对于竖轴混流式水轮机和轮发电机来说，座环是安装基准件；对于竖轴轴流式水轮机和轮发电机来说，转轮室是安装基准件。

基准件安装的水平、中心、高程以及它对 X 、 Y 轴线的方位，对整个机组其他各零部件的位置有着决定性的影响。

对安装基准件必须正确地选择，才能保证机件相对安装位置的正确性。通常它具有如下特点：

(1) 安装基准件应提前安装。

(2) 安装基准件与其他零部件的相对位置有着重要的联系，其基准面必须是精加工面。

(3) 安装基准件的允许偏差必须限制在尽量小的范围内。

二、基本测量方法

在水电站机电设备安装过程中，需要应用一些精度较高的测量工具进行基本测量，其中主要有平尺、塞尺、塞规、卡尺、千分尺（内径千分尺和外径千分尺）、百分表、水平仪、水准仪等，以便准确地度量各零部件的外形尺寸和相对位置。另外由于大、中型水轮发电机组各大部件的结构尺寸要求以及在安装测量过程中的特殊需要，除了一般通用工具外，还需要根据具体情况在安装工地自制一些特殊的专用工具，以配合上述通用工具的使用，如求心器、中心架、水平梁、测圆架等。

下面分五个方面介绍一些基本的测量方法：

1. 平面的平直度测量

把标准平面（或平尺）置于被测量的平面上，其接触情况，即为该平面的平直度。

平面的平直度测量方法有：

(1) 在被测量的平面上涂一层很薄的显示剂（如红丹、石墨粉），将此平面与标准平面互相接触，并使两者往复相对移动数次，这时被测量平面上的高点可显现出来。根据接触点的多少，可知平面的平直程度。如推力瓦、主轴法兰面的研磨等，都是用的这种方法。

(2) 使用平尺和塞尺检查平面的平直度。把平尺置于被测量的平面上，然后用塞尺检查平尺与平面之间的间隙。如发电机的磁极背面和挂磁极的磁轭侧面，就是用这种方法进行测量。

2. 平面的水平测量

对于机件的水平,一般可用胶皮管水平器、水平尺、方形水平仪和水准仪等进行测量。这里只介绍用胶皮管水平器和方形水平仪测量水平的方法。

(1) 用胶皮管水平器测量水平:胶皮管水平器是运用连通管两端水面为水平的原理做成的,用两根长度约 200mm、直径 10~20mm、上面刻有刻度的玻璃管与一根套在玻璃管外面的胶皮管组成。胶皮管的长度按两相应测点的距离而定,一般取长度等于两相应测点距离的 1.5 倍。使用时,先在连通管内灌水,使水面升到两玻璃管的 1/2 处,然后分别上下移动玻璃管多次,以排除管内空气。

测量时,先使两端水面位于玻璃管中部,再把两玻璃管的相同刻度分别靠在要测平面的两个测点上,若管内水面的读数相等,则说明两被测点在同一水平面上。否则两玻璃管上的读数差,即为两被测点的高程差,也就是水平误差。此时,应上下调整被测物件,使之达到水平。

此种方法测量误差较大,在安装过程中只用于对水平要求不高的部件,如蜗壳安装时就应用这种方法测量蜗壳节的水平。

(2) 用方形水平仪测量水平:方形水平仪是由一金属方框架、主水准和与主水准垂直的辅助水准组成,如图 1-9 所示。方框架的四边互相垂直,每边长 200mm (也有比 200mm 长的),其底面和某一侧面开有直角形的槽,以便于在圆柱面上测量垂直或水平。主水准和辅助水准是两个封闭的玻璃管,管内装有易流动的液体乙醚。制成后管内有一气泡。玻璃管纵剖面的内表面为一具有一定半径的圆弧面,如图 1-10 (a) 所示,圆弧面中心点 S 称为水准器的零点。过零点与圆弧面相切的切线 $H-H$ 称为水准器的水准轴线。根据气泡在管内占有最高位置的特点,过气泡顶点所作的切线必为水平线。当气泡中心位于水准器的零点时(称为气泡居中),则水准轴线就处于水平位置了。方形水平仪就是根据方框架的底面与水准轴线相平行的原理制成的。以零点为对称向两侧刻有分划线,两分划线的间距(即 1 格)为 2mm,如图 1-10 (b) 所示。由于制造精度不同,方形水平仪又分为许多种规格,常用的方形水平仪精度为 1 格=0.02~0.05mm/m。

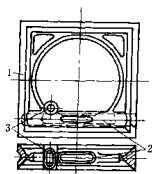


图 1-9 方形水平仪

1—方框架; 2—主水准器; 3—辅助水准器

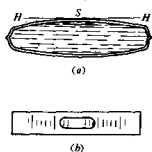


图 1-10 主水准器玻璃管纵剖面及分划线示意图

(a) 玻璃管纵剖面; (b) 分划线示意图

当测量较大部件两相应点的水平时,由于方形水平仪的长度不能满足,通常用特制的水平梁与方形水平仪配合使用。水平梁一般用 8~12kg/m 的钢轨或工字钢制成,如图 1-11