

基本馆藏

63554

水电站机电设备安装

丛书之五



水輪发电机的安装

水利水电建設总局



水利电力出版社

1;1

水电站机电设备安装

丛书之五

水輪发电机的安装

水利水电建設总局

水利电力出版社

內 容 提 要

本书首先介绍水輪发电机各部件的结构及其用途;其次,对悬吊式水輪发电机的各部件的安装准备和安装技术作了全面的阐述。关于水輪发电机机组摆度的調整和軸承的安装計算等也作了詳情的介绍。

水輪发电机的安装

水利水电建設总局

2270 S 596

水利电力出版社出版 (北京西郊科学院路二里内)

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168 1/32开本 * 486印張 * 125千字 * 定价(第9类)0.70元

1959年12月北京第1版

1959年12月北京第1次印刷(0001—5,320册)

前 言

电力工业是我国社会主义建设中的先行工业，是实现工农业机械化和电气化的基础。我们伟大祖国的水力资源非常丰富，开发条件异常优越，但有计划的开发水力资源是解放后才开始的。在党的领导下，在苏联大公无私的支援下，第一个五年计划进行新建和改建的26座水电站中，到目前投入生产的共有19座，新增的总装机容量达到78万千瓦，为旧中国四十年来所建成之水电站总容量的45倍以上。

在社会主义建设中，中央确定在电力工业中采取“水电为主、火电为辅”的长远建设方针，这对水电建设是一个巨大的鼓舞和动力。当前水电建设正以飞跃的速度向前发展。全国正在建设的水电站，总容量在一千多万千瓦以上。我们深信，我国水电建设的远景是无限量的，如目前正在设计中的长江三峡水电站，装机容量即达2,200万千瓦以上，年发电量将达1,270亿度。

几年来，我们从事水电站机电安装的全体职工在党的领导和苏联专家的培养下成长壮大起来，承担着全国水电站机电安装工作，承各方面的帮助，使我们在工作中取得了一定的成绩。大跃进以来，为了适应水电建设遍地开花，我局安装公司所属人员已分别下放各省(局)，在下放之际，同志们编写了一整套水电站机电安装丛书，一方面作为公司结束时的施工总结；另一方面是为了帮助所有从事水电站安装工作的同志们更快更好地掌握业务，能起一些作用。

为了适应大批新参加水电安装工作的同志们的需要，我们在编写这套丛书时尽量使其文字通俗、说理简明。同时为了使安装工作的同志们少走弯路，还将我们过去在安装过程中经常遇到的一些事故、预防措施及事故发生后的处理方法作了简述。

这套丛书是由安装公司的一些业务较熟练的技术人员编写的，并经过领导干部的反复审查和修改。全套书共有下列10本：

1. 机电设备安装的施工组织；
2. 闸门及启重设备的安装；
3. 压力钢管的制作与安装；
4. 水轮机及其附属设备的安装；
5. 水轮发电机的安装；
6. 电气设备的安装；
7. 机电设备的起重和运输；
8. 机电设备的试验和调整；
9. 机电设备的启动试运转；
10. 机电安装工程的管理。

虽然编写这部丛书的同志们在主观上尽了努力，但由于工作经验不足、水平不高，且缺乏写作能力，加上时间仓促，不完善或错误的地方无疑是存在的，我们诚恳地希望读者们提出意见和批评，以便再版时修正。

目 录

第一章 概述	5
第一节 水輪发电机的类型	5
第二节 水輪发电机主要部件的构造和作用	8
第三节 水輪发电机的安装程序	21
第二章 安装前的准备工作	23
第一节 设备及安装場地	23
第二节 安装工具的准备	26
第三节 施工进度和人員組織	30
第三章 轉子装配	32
第一节 鉄片清洗分类	32
第二节 輪輻燒嵌	35
第三节 輪臂連接	47
第四节 磁軛鉄片堆积	50
第五节 磁极安装	56
第六节 清扫噴漆和干燥耐压	66
第四章 部件組合	68
第一节 定子組合	68
第二节 下部风洞盖板組合	69
第三节 下部机架組合及制动閘的試驗	70
第四节 上部机架組合	72
第五节 軸瓦研磨	74

第五章 綫卷裝入.....77

第一节 施工准备.....77

第二节 支持环連接.....82

第三节 綫圈嵌放.....83

第四节 綫卷端部处理.....92

第五节 綫卷噴漆干燥及耐压試驗.....100

第六章 发电机正式安装.....101

第一节 基础埋設.....101

第二节 下部风洞盖板安装.....105

第三节 下部机架安装.....106

第四节 定子安装.....108

第五节 轉子吊入找正.....110

第六节 上部机架安装.....113

第七节 水輪发电机机組軸綫測定和处理.....115

第八节 水輪发电机机組軸承安装和軸瓦間隙調整.....130

第九节 水輪发电机的軸綫測定和軸承間隙确定的实例.....134

第十节 測溫装置安装.....145

第十一节 推力油槽甩油問題.....146

第十二节 励磁机安装.....149

第十三节 永磁发电机安装.....152

第十四节 管路安装.....154

第十五节 空气冷却器、热风筒、外壳及梯子栏杆安装.....155

第十六节 清扫檢查和噴漆.....157

第一章 概 述

第一节 水輪发电机的类型

按照水电站水力机組的布置方式，水輪发电机可分为臥式和立式两种。臥式发电机适用于小型水力机組和高速冲击式水力机組。一般低速与中速的水輪发电机多采用立式的。

根据推力軸承位置的不同，立式水輪发电机又分为悬吊型和伞型两种。

悬吊型发电机結構，一般用于轉速在每分鐘一百轉以上的場合，它的特点是荷重机架位于轉子上部的定子机座上。大容量的发电机均有两部导軸承，上部导軸承位于上部机架內，下部导軸承位于轉子下面的下部机架內，如图1-1（見书末插頁）。这种型式的发电机的推力軸承損耗較小，装配比較方便，運轉比較穩定；但它也有缺点，即消耗鋼材較多，机組較高。

伞型发电机結構一般用于轉速在每分鐘一百轉以下的場合。它的特点是推力軸承位于轉子下面，推力軸承装于下部机架的上面或內部，或者装于水輪机的頂盖上。导軸承有一个或两个，一个位于轉子下面靠近推力軸承，另一个位于轉子上面在上部机架內，如图1-2。它的优点正好和悬吊型发电机的缺点相反；它沒有悬吊型发电机的优点。

我国目前绝大多数水电站装設的水力机組多采用立式的，所以仅介紹立式水輪发电机的安装。

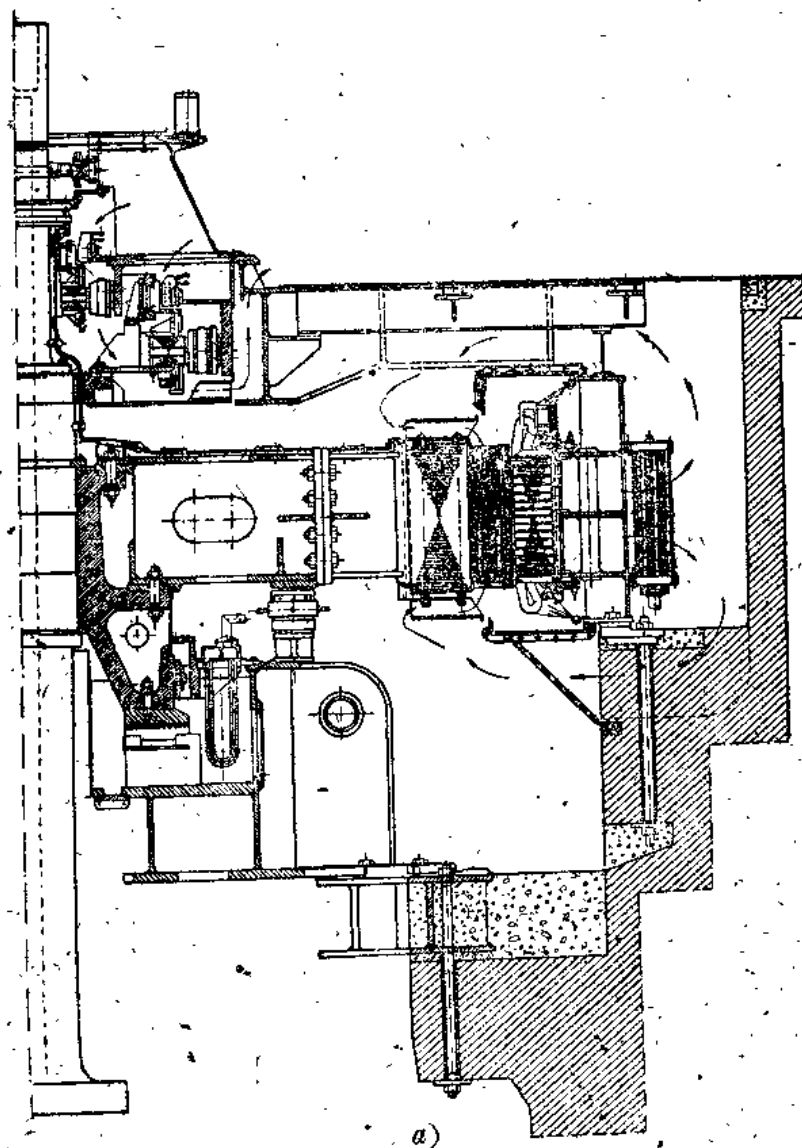
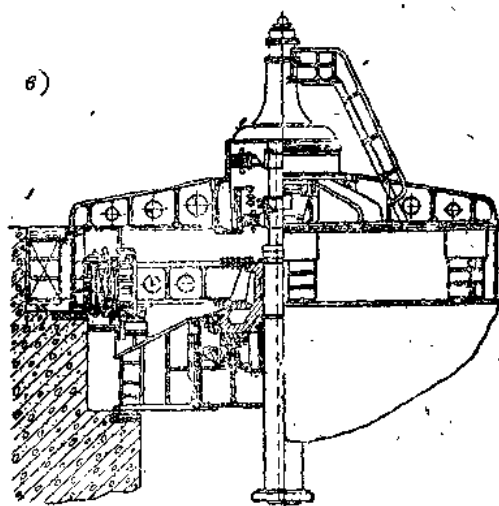
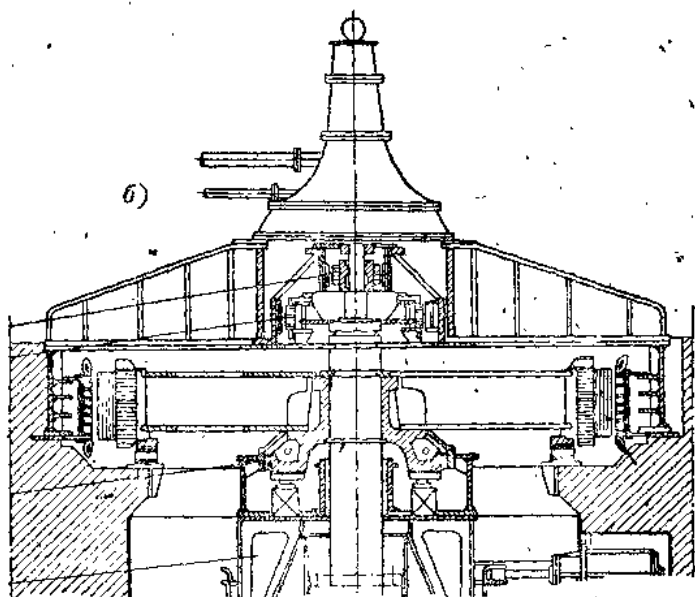


图 1-2. 伞型水



輪发电机

第二节 水轮发电机主要部件的构造和作用

立式水轮发电机一般是由定子、转子、推力轴承、上部机架、下部机架、空气冷却器、励磁机、永磁发电机等部件组成。

定子和转子是产生电磁作用的主要部件，其他部件仅起支持或辅助的作用。发电机转子的轴和水轮机的轴，一般用硬性法兰联接，由水轮机带动发电机的转子旋转。当转子上的磁极线圈通入励磁电流时，由于转子旋转，使定子线圈中导体感应，发出电来。

悬吊型和伞型发电机的结构，仅在转子、上下部机架和推力轴承有一些区别。现将立式水轮发电机各主要部件的结构和作用扼要介绍如下。

一、转 子

发电机的转子是由轴、转子支架、磁轭(轮环)及带有励磁线圈的磁极等部件所组成。

1. 轴 一般都是整体锻制的钢件。轴与轮辐之间有传递力矩的键，同时靠紧密配合来传递力矩。

2. 转子支架 主要作用是固定磁轭和传递力矩，多是采用铸钢件和钢板焊成。由于运输条件的限制，直径大于4米时，支架又分为轮毂(轮辐)、轮臂两部分。转子支架结构大致有：直径在4米以下者(图1-3、1-4)；直径为4~6.5米者(图1-5)；直径为6.5~7.5米者(图1-6、1-7)；直径超过7.5米者(图1-8)。

转子支架由圆板组成，该圆板或半圆板用螺絲紧密的连接起来(图1-3、1-4)，各圆板与键在加热状态下套在轴上，并有两半圆卡环锁紧。此种结构通常在制造厂内进行装配，装配后运往工地。如运输条件允许，也可将磁极在制造厂内装成整体运往工地。

轮毂为钢铸件与辐射式垂直肋板连接的上下部圆板和键槽板所焊接成的转子轮辐(图1-5、1-7)，一般都在工地加温与轴紧密配合。

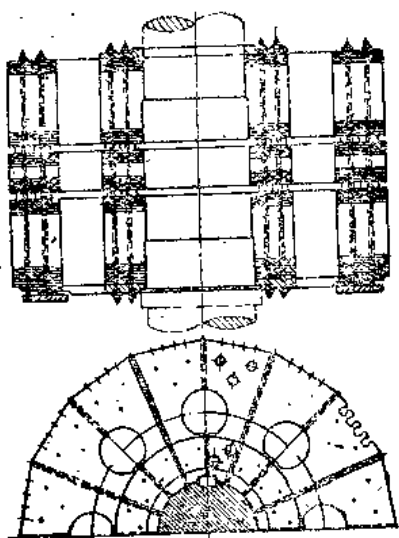


图 1-3 直径 4 米以下的
转子结构之一

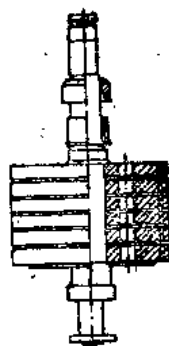


图 1-4 直径 4 米以下的
转子结构之二

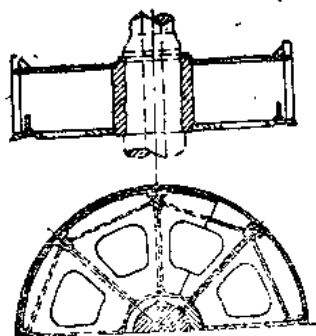


图 1-5 直径 4~6.5 米的
转子结构

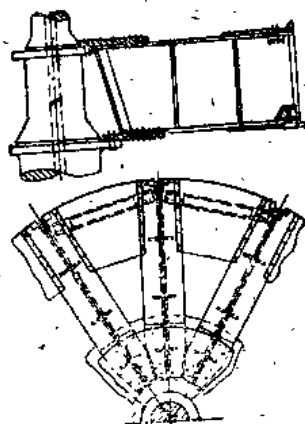


图 1-6 直径 6.5~7.5 米的
转子结构之一

輪輻能分成兩半，用錐形帶銷雙頭螺絲固定在輪轂上（圖1-6），若運輸條件允許時，輪轂可與輪輻焊成一体。還有輻射配置的可卸輪臂，各輪臂用貫穿雙頭螺絲連接在輪輻上（圖1-7）。

轉子輪輻由8個或12個或16個輻射式輪臂組成，各輪臂借助錐形帶銷雙頭螺絲緊固在輪轂上，外端彼此用橫梁固定（圖1-8）。

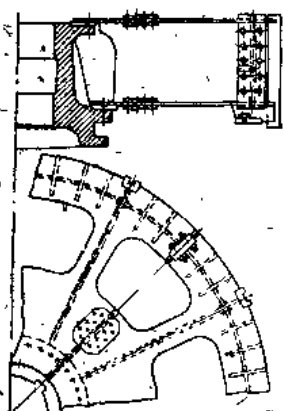


圖 1-7 直徑6.5~7.5米的
轉子結構之二

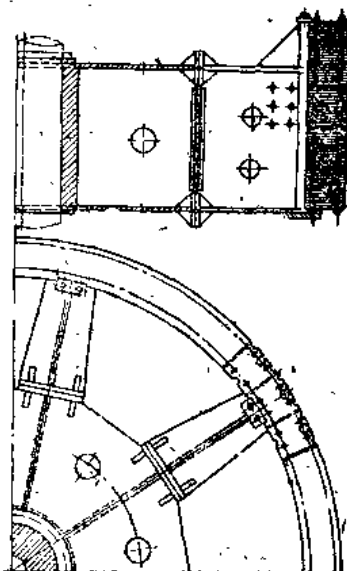


圖 1-8 轉子輪輻

3. 磁軛 它的作用是產生轉動慣量和固定磁極，同時也是轉子磁路的一部分。直徑小於3米的磁軛，可用鑄鋼件或由整塊的鋼板組成。磁軛外徑大於3米的，一般由4~6毫米厚的扇形鐵板組成。一定數目的扇形鐵板在轉子支架外圓依次向上堆迭，各層扇形鐵板接縫互相錯開，壓緊成一整體磁軛，最後用雙頭螺桿緊固。在磁軛外圓有“丁”字形槽，用斜楔固定磁極。

4. 磁極 是產生磁場的主要部件，由磁極鐵心、磁極繞圈和阻尼繞條三部分組成。

磁極鐵心由1~3毫米厚鋼板堆迭而成。鐵心兩端各有一塊鍛鋼或鑄鋼的壓塊，用螺桿壓緊磁極沖片，並防止磁極繞圈的端部

由于离心力而向外弯折。在极靴上也有放置阻尼条的圆孔。

磁极线圈由扁形裸铜条绕成，在匝间垫有刷过多元酸树脂漆的石棉纸两层。在一定的压力下加热，使其凝成一体，磁极铁心绝缘以后，将线圈套上去，并在线圈左、右侧放置胶木绝缘垫圈，使磁极线圈与磁极铁心绝缘。

在每个磁极的极靴上有阻尼线条，其两端焊在阻尼环上。当所有磁极都安装好后，极与极之间阻尼环用软接头以螺栓连接、线圈与线圈连接。连接的方法应视机组速度的高低有所不同，有的用加铜套后锡焊，有的用螺丝连接。

二、定 子

定子是由机座、铁心、线圈、支持环等部件组成（图1-9）。

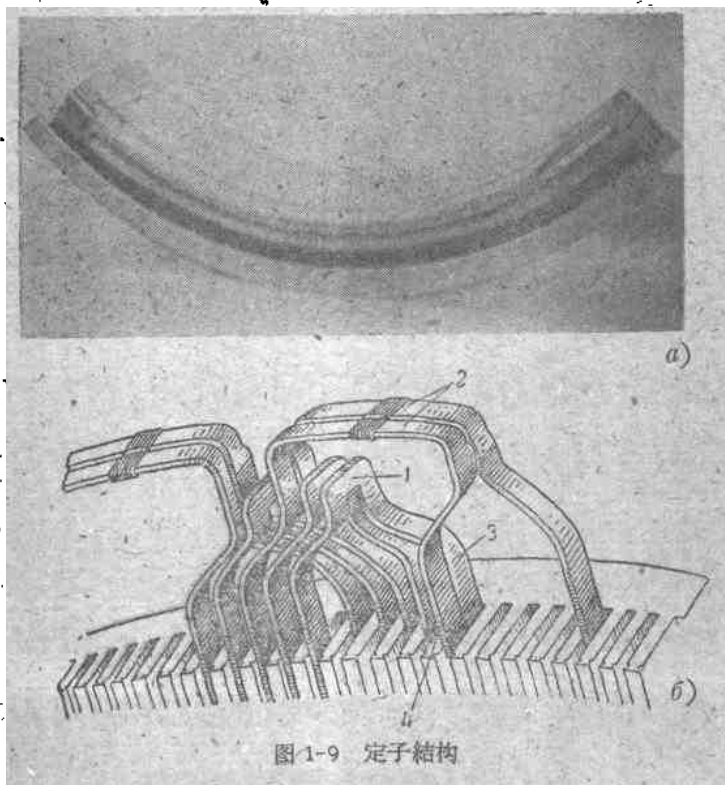


图 1-9 定子结构

机座是固定铁心的，但在悬吊型发电机内又是支持整个机组转动部分重量的主要部件。铁心和线卷是分别形成发电机的磁路与电路的。

1. 机座 它是由不同厚度的钢板焊成的。由于运输条件的限制，机座外径超过4米以上时必须作成分瓣的，一般分成二、三、四、六瓣，瓣间合缝处用螺丝组合，并有径向和轴向圆柱销定位。最近有人建议用混凝土结构机座代替钢结构机座。

2. 定子铁心 由0.5毫米厚的扇形矽钢片迭压而成。扇形片的外圆有鸠尾槽，通过定位筋和三角托板将扇形矽钢片固定在机座上。扇形片上有放置线卷的长方形槽。扇形片的两面涂有绝缘漆。迭片时各层的接缝应错开。铁心沿高度分为若干段，每段长约40~45毫米，段与段之间以“工”字形衬条隔成通风沟，以便通风散热。整个铁心用拉紧螺杆和压板压紧。

3. 定子线卷 水轮发电机定子线卷有两种型式：一种是迭型线卷，多用于容量20,000瓩以下的发电机；一种是波型线卷，多用于大型和巨型发电机。

组成迭型线卷的元件，叫做线圈。在水轮发电机上的线圈是由几根导体并联，缠绕匝数组成。图1-10是四匝单股导体组成的线圈。为使并联导体电流分配均匀，减少损失，在线圈的端部扭转180°的方法换位。线圈用B级绝缘，线圈中的匝间，用玻璃丝

绝缘，线圈对地的绝缘是云母连续绝缘，并经过真空浸漆处理。线圈的直线部分，表面涂有低电阻的半导体漆，以减少电量

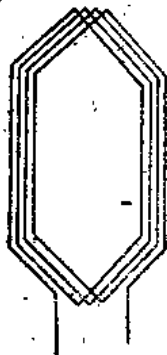


图1-10 由四匝单股导体绕成的线圈

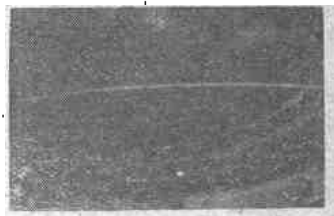


图1-11 安装好的迭形线圈图

現象。圖1-11為安裝好的迭型綫卷定子。

組成波型綫卷的元件，叫做半綫圈（亦稱綫條），半綫圈是由多根長方形斷面的導體并聯組成。在巨型水輪發電機上已有50根并聯導體所組成的半綫圈，圖1-12是四股并聯導體組成的半綫圈。半綫圈直綫部分的導體是經過換位的。

注：所謂换位，就是使每一股并聯導綫在鐵心綫槽的全長中，能分布在綫槽的底部、中部、頂部，這樣能使并聯導體電流分配均勻，減少損失，圖1-13是直綫部分换位情況。

半綫圈對地絕緣是采用B級連續絕緣，即用云母帶連續纏繞，經過真空浸漆、加壓而成。圖1-14是已經施工完畢的波型綫卷定子。在半綫圈直綫部分，塗有低電阻半導體絕緣漆。

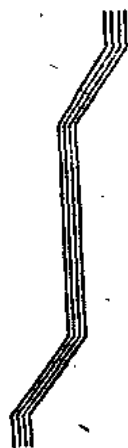


圖 1-12 四股并聯半綫圈

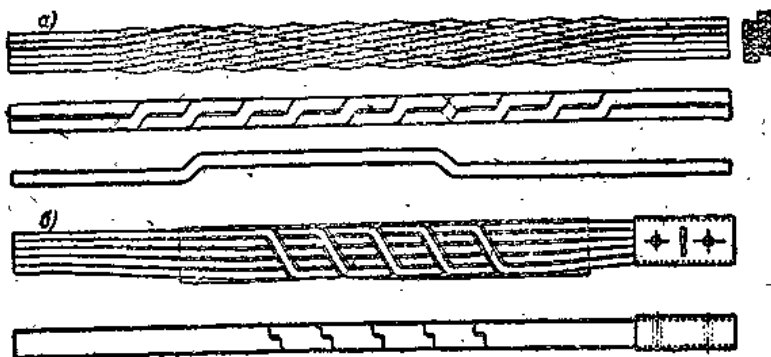


圖 1-13 直綫部分换位

綫卷嵌入定子鐵心以後，用膠木板制成的楔條固定在槽中，其端部用棉繩或玻璃繩綁在支持環上。上、下層綫圈之間，放有電阻溫度計，用以測量綫圈在運行時的溫度。

4. 支持環 支持環（扎綫環）是固定在壓緊鐵心上、下托板



图 1-14 波型繞卷定子

上，用以支撐繞卷端接部分的圓環。支持環的數量，隨電機的大小不等，有上、下各一個的，也有上、下各兩個的，由於定子分瓣，支持環也是分段的。在高压發電機中，支持環都包有很厚的絕緣，因為繞卷的端接連接線的絕緣外部復蔽層的电位差不多等

于銅繞的电位，所以在高压電機的支持環上应按全部工作电压進行絕緣。

三、推力軸承

推力軸承承擔了機組轉動部分的全部重量和水的推力增加的重量；在水輪發電機組中是一個重要部件。一般推力軸承有三種結構：一種是彈性支座的彈簧推力軸承，如圖 1-15；一種是能調整的抗重螺絲推力軸承，如圖 1-16；一種是液壓支柱式推力軸承，如圖 1-17。彈性支座的彈簧推力軸承，因安裝檢修困難，現在已不使用。現在常見的是具有調整抗重螺絲的推力軸承，由推力頭、鏡板、軸瓦、托盤、抗重螺絲、油冷卻器和油槽等部分組成。其中推力軸瓦有分為 6、8、12 和更多塊數的，其單位面積荷重，一般采用 40~50 公斤/厘米²。

鏡板固定在推力頭的下面，與發電機軸一道旋轉。鏡板與軸瓦接觸的一面是精磨加工面，和鏡子一樣光滑。軸瓦表面上有一層合金。為了使軸瓦能夠自動地調整和形成楔形油膜，軸瓦放在托盤上，托盤的下部為球面的抗重螺絲。在安裝時適當的調整抗重螺絲的高低，便可使各軸瓦平均受力。

推力軸承浸在油中，運轉時潤滑油在鏡板與軸瓦之間形成油膜，但由於摩擦損耗，油膜處仍產生大量的熱，這些熱通過潤滑油，經過油冷卻器而冷卻。

液壓推力軸承(圖 1-17)是最近採用的新結構。將推力瓦下面