

全国电机水轮机第三次专业会议

电机水轮机制造专业 技术革新和技术革命经验汇编

第四部分 大型电机

第一机械工业部第八局编

内部资料 注意保存



机械工业出版社

电机水輪机制造专业
技术革新和技术革命經驗汇编

第四部分 大型电机

第一机械工业部第八局編

内部資料 注意保存



机械工业出版社

1960

出版者的話

我国目前以机械化、半机械化、自动化、半自动化为中心的技术革新和技术革命运动，正以千军万马、迅雷不及掩耳之势，沿着正确的、科学的、全民的道路深入广泛地发展。这已不是一般的和单项的技术革新，而是带有全面技术改造的性质。电机水轮机制造专业当然也不例外。

第一机械工业部于今年四月三日至十日在哈尔滨召开了全国电机水轮机第三次专业会议，与会代表来自全国各地，带来了各厂职工创造的丰富经验，内容极有价值。大会决定加以整编刊印出版。

汇编工作是在第八局主持下进行的。全部汇编分成七部分。第一部分总类，主要由第八局及大电机研究所、哈尔滨电机厂编写；第二部分机械化、半机械化、自动化、半自动化，主要由第八设计院编写；第三部分水轮机，第四部分大型电机，第七部分刀具主要由大电机研究所和哈尔滨电机厂编写；第五部分中小型电机主要由上海电器科学研究所编写；第六部分工模具，主要由北京电器科学研究所编写。

其中除第五部分中小型电机由上海科学技术出版社出版外，余均由我社出版。

NO. 內 332

1960年5月第一版 1960年5月第一版第一次印刷

787×1092 1/16 字数 236千字 印张 11⁵/₈ 0,001—2,800册

机械工业出版社(北京阜成门外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷

北京市书刊出版业营业许可证出字第008号

定价(11-9) 2.05元

前 言

我国电机制造业和全国各行业一样，在解放以来短短的十年里，在党的领导下，取得了辉煌的成就。过去我們只能以手工业的方式制造一些批量既小而容量也不大的小电机，至于大电机生产那只是最近几年来才发展起来的。经过1958、1959两年連續大跃进，不仅生产大电机的工厂在全国各地遍地开花，迅速成长，而且单机容量和品种方面也都很快的增长。新产品試制方面，由于经过几年来的試制，摸索和掌握了一定的經驗，由过去主要是利用外国图紙进行生产的局面逐漸轉入到自行設計的阶段。几年来試制了不少新产品，特别是1958、1959两年以来，高、大、精、尖、新的产品更是如雨后春笋在全国各地繼續出現。如汽輪发电机由3000、6000瓩跃到能生产单机容量为10万瓩的加压氦内冷电机，最近单机容量为20万瓩的汽輪发电机即将进行試制。水輪发电机組自1951年作出第一台800瓩的中型机組后，相继作出10000瓩、15000瓩等机組，在1958年年底一跃而試制成72500瓩新安江机組。現在正試制单机容量为22.5万瓩的刘家峡机組。交流电机目前生产出的重大新产品有10900瓩500转/分同期电动机及3000瓩2极高速电机等。現在大型交流电机的容量范围已基本上可以满足工矿企业的一般要求。大型直流电机除了配合水、火电发电设备制造出各种励磁机外，为冶金、軋鋼、矿井、卷揚机等工业也先后試制成大批新产品，其中如700毫米初軋机用电机等，今年一月又試制完成5000瓩500转/分电源发电机，今年还将試制成品质系数超过世界水平的5700瓩500转/分的軋鋼用发电机。

在1958、1959大跃进的年代里，职工同志們在党的领导下发挥了敢想敢干的共产主义風格，在边設計、边試驗、研究、边制造的情况下創造出新型冷却的电机，使我国电机冷却技术方面跃居世界最先进的行列，在电机制造技术发展史上写下了极其光輝的一頁。

通过上述新产品的試制，使我們的制造技术水平有巨大的提高，特别是在全国轰轰烈烈开展技术革新与技术革命运动以来，新产品及新工艺不断涌现；如在綫圈制造及絕緣方面通过千余台总容量为30万瓩粉云母电机的試制，基本上掌握了粉云母代替片云母絕緣的工艺。很多厂的綫圈制造机械化程度大大提高。最近有的单位正在研究和試制以环氧玻璃布及环氧澆灌等新絕緣結構代替高压綫圈的云母带浸胶絕緣。焊接方面鑄焊組合結構正开始应用于大型水輪发电机組中。电渣焊在大部件中的应用已初步掌握，鑄造方面采用各种精密鑄造；如鉄模、泥模、腊模等使鑄造零件精密化，尤其是无屑加工的出現，为解决当前材料供应不足，提高机械加工效率，指出了极其重要的方向。在冷加工方面各种高效率的刀具层出不穷。提高大部件加工效率和质量的新工艺方法正在进行研究如25000瓩汽輪发电机轉子加工，在采用高速粗精車工艺后，由每台68小时縮短到20小时，改进刀具进行銑槽后，由每台160小时縮短到80小时。各新上馬不久的工厂，由于缺乏洋设备，正大鬧革新，設法以小干大，螞蟥啃骨头的办法来加工各种大部件，其它如大型电机定子綫圈試用磷銅焊料进行焊接，提高焊接质量，及大型換向器云母不下刻等都大大縮短了生产周期。

几年来大电机制造工业是从无到有，由制造比較小容量的电机发展到能制造世界尖端的产品，并独創了特殊冷却的电机，队伍不断壮大，技术水平不断提高是党领导的胜利，是广大职工辛勤劳动的結果，也是大鬧技术革新和技术革命轰轰烈烈群众运动所取得的偉大成就。

由于我国原有电机工业基础很差，虽然经过十年来的飞跃发展，但是从全面的情况看来，我们的制造水平与国际先进水平相比，还有一定距离，为了响应党的号召，攀登世界科学技术高峰，所以今后的发展方向，必需积极发扬敢想敢干的共产主义风格，发挥首创精神，在设计方面要大力开展试验研究工作，特别是新型冷却和新材料的研究工作。解决结构、强度、性能等关键问题，向更高的技术经济指标和大容量机组发展。新材料方面首先是高级绝缘材料如硅有机绝缘材料，环氧树脂绝缘等的研究和普遍采用，以及其它新型绝缘材料的研究试验。这些材料将具有高的机械强度和能长时期的工作于高温高压下面。以促使电机单机容量的不断提高，电机的外形尺寸不断的缩小和运用年限不断的增长。其次是采用高强度的结构材料，如水轮发电机磁轭采用高强度的钢板后对水轮发电机本身来讲可以大大减轻转子重量，同时也使水轮机出力相应提高。要积极设法采用承受高压而无渗漏现象的优质空心铜线，以铝代铜在大电机中是一个重要的方向。水轮发电机方面要研究推力轴承新结构及工艺，在最近要解决单位压力为80公斤/厘米²推力轴承的试作问题。深入研究飞逸转速限制器减少水轮机飞逸转速产生的可能性，从而使机组重量大为减轻。抓紧汽轮发电机参数，励磁方式及其它问题的试验研究，解决短路比等参数变化对电网稳定运行的影响。标准化、系列化问题的研究，对加速大电机的生产将起决定性的作用。应迅速补充与完成各种大型交直流电机的新系列工作。另外为了加速设计工作，有的工厂已在设计工具及方法上动手进行改革，例如，画图机械化，利用电子计算机和电子模拟机等重要项目应抓紧及早实现。

根据最近技术革新和技术革命运动中新出现的无屑加工和装压，下线，装配的机械化应重点考虑普遍推广。广泛利用无屑加工的方法是一项有重大意义的高速度发展机械工业的先进经验，是全面开展技术革新和技术革命的一个重要方面。无屑加工就是把车、铣、插、刨、镗等切削加工改成冲、压、拉、拔、轧等不产生铁屑的先进加工方法，在铸造方面采用泥模、硬模、潮模、腊模和压铸等先进工艺代替砂型铸造，在锻造方面采用模锻、精锻、热轧等先进工艺代替自由锻造。故而大大提高铸件精度，从而使机械加工中的相当一部分工作完全越过机床加工或少加工，使铸锻出来的零部件直接组装成成品。这样就能以更少的人力，设备和材料生产出质量高，成本低的更多更好的产品来，这是多、快、好、省地发展生产和完成国家计划的一个重要途径。例如在本册中所选编进来的哈尔滨建成机械厂在 $\phi 300$ -TM-42型水轮机及TSWN 92-6 75瓩水轮发电机组采用无屑加工总结中指出，该机组共有322种零件，采用无屑加工的总共有252种，劳动生产率平均提高26%以上，加工工时减少1040小时机组总加工工时缩短到原来的70%。按年产100台机组计算，可节约钢铁及有色金属80吨以上，且切削机床可节省17台，生产工人可减少52名，机组成本可降低16%。

大电机制造中铁芯，装压，下线及装配工序目前仍以手工操作为主，体力劳动大，生产周期长，为当前大电机生产中的一个薄弱环节，为了迅速提高劳动生产率，使大电机产量翻番，各厂有必要集中力量大搞机械化，半机械化，攻克“装压，下线，装配”三关是为当前的关键课题。

其次在线圈制造及绝缘方面要迅速消灭手工操作，实现机械化和自动化，为全盘自动化打下基础外，还要大力研究电机采用新绝缘材料后的一系列工艺问题，粉云母等代用材料的应用应进一步推广。

在冷加工方面应广泛采用硬质合金刀具，研究高效率刀具，大力推广刀具革新经验，使切

削效率成倍增长。在加工中小型部件的机床中增加仿型装置，气动夹具。发展与研究积木式机床在大型电机制造中的应用，使机床规格更适合于被加工零件的要求，并使机床过渡到程序控制，以达到进一步机械化。积极推广硅钢片冲剪由剪料至涂漆，整理，称重机械化；大力开展冲剪全盘自动化工作，实现下料，冲制，去毛刺，涂漆等工序的自动线。

在热加工方面，要大力推广自动与半自动电焊、熔渣焊、与水蒸汽及二氧化碳等保护气体焊接。推广光电管与电子管控制仿型放大气割机及电离子切割等新工艺方法。大力組織实现装焊自动线，并向焊接无声，无光，无尘方向发展。大力发展鑄焊組合結構，以減輕产品重量，提高金屬利用率，及解决我国鑄鍛生产能力不足的困难。大力研究和推广大电机以鋁代銅后的工艺如焊接等問題。

另外，中大型換向器（ $\phi 500$ 毫米以下的）应改用塑料压制，以簡化工序，節約材料，降低成本。

由于1958，1959两年連續大跃进，特别是最近一个时期里，在党的领导下全国各地大鬧技术革新和技术革命，新的事物层出不穷，为了及时的总结和交流，一机部在1960年4月于哈尔滨召开了全国电机和水輪机第三次专业會議，在会上各位代表除口头交流了无数宝贵的經驗以外，各单位还交来一批技术革新和技术革命先进經驗資料，为了能很迅速的向生产单位推广使用，互相交流經驗，开花結果，特汇编成册，其中包括新技术新工艺，綫圈制造及絕緣，冷加工，热加工等四部分。其它如冲剪、装压、装配試驗及新材料应用等方面因未搜集到合适資料，故暫付闕如。希各工厂，研究院校及时总结报导广为交流。在本册中所載各文，除个别文字及繁瑣处稍加刪改外，其它基本內容仍照原文。如有不明之处，請与原单位联系。因汇编時間短促，水平有限，如有錯誤之处，敬希讀者指正。

編 者

目 次

前言 (3)

I 新技术、新工艺

- 一、 $\phi 300$ -TM-42 水轮机及 TSWN 92-6, 75 瓩水轮发电机组
无屑加工初步总结 建成机械厂 (9)
- 二 大型换向器云母不下刻的经验 哈尔滨电机厂 (16)
- 三 铝芯环氧酚醛玻璃布槽楔的压制 哈尔滨电机厂 (18)
- 四 大型直流电机电枢铁芯的感应加热方法 哈尔滨电机厂 (19)
- 五 感应加热变压器使用成功 哈尔滨电机厂 (23)
- 六 大型化肥电机转子立式静平衡 哈尔滨电机厂 (24)
- 七 以电动机硅钢片经过 800°C 退火降低损耗 15%,
以解决缺乏 31 硅钢片的问题 辽宁省锦州市新生电机厂 (25)
- 八 以活动式炭炉对轴、轴进行就地热套, 解决了没有电炉
和装配面积的问题(以土代洋) 辽宁省锦州新生电机厂 (26)
- 九 解决轴承脱壳问题 上海电机厂 (29)
- 十 25000 瓩风机超速后, 内圈工具热拆方法的改进 上海电机厂 (29)
- 十一 低值导磁系数试验方法介绍 上海电机厂 (30)
- 十二 先进热喷漆工艺 第一汽车制造厂 (31)

II 线圈绝缘

- 一、线圈制造工艺 (33)
 - 1 条形绕组的制造工艺 哈尔滨电机厂 (33)
 - 2 磁极绕组的制造工艺 第一机械工业部第八局 (41)
 - 3 交流感应电机插入式转子线圈的制造工艺 第一机械工业部第八局 (45)
 - 4 各厂高压电机定子线圈制造情况介绍 第一机械工业部第八局 (47)
 - 5 线圈制造上的几个问题 (75)
- 二、绝缘材料的应用和研究 (90)
 - 1 粉云母绝缘材料的研究和应用 (90)
 - (一)粉云母的应用试验介绍 上海电器科学研究所中小型电机研究室 (90)
 - (二)粉云母带在高压电机上的应用试验 上海电机厂 (92)
 - (三)粉云母绝缘电机的试制和研究 哈尔滨电机厂 (99)
 - 2 有机硅高级绝缘材料在汽轮发电机中的应用 哈尔滨电机厂 (118)
 - 3 用环氧树脂绝缘试制内氢冷式汽轮发电机转子绝缘的研究 哈尔滨电机厂 (123)
 - 4 磁铁矿斑点云母在高压电压定子线圈中的应用 北京电器科学研究院 (126)
 - 5 其它新型绝缘材料和绝缘结构介绍 (140)
 - (一)快干漆青漆 上海电器科学研究所中小型电机研究室 (140)
 - (二)漆包电磁线 上海电器科学研究所中小型电机研究室 (142)

(三)槽絕緣 上海电器科学研究所中小型电机研究室(143)

(四)絕緣漆胶 上海电器科学研究所中小型电机研究室(145)

(五)环氧灌注絕緣結構 第一机械工业部第八局(146)

(六)环氧酚醛玻璃布絕緣 一机部八局设计(147)

III 冷加工

一 推力軸承轉环超精加工 哈尔滨电机厂(149)

二 汽輪发电机間隔环先进切料法 哈尔滨电机厂(150)

三 15000 瓩发电机轉軸的加工 天津发电设备厂(151)

四 汽輪发电机大軸的高速車削 哈尔滨电机厂(156)

五 25000 瓩汽輪发电机轉子精車 哈尔滨电机厂(156)

六 快速銑汽輪发电机轉子槽 哈尔滨电机厂(158)

七 汽輪发电机大軸內孔珩磨 哈尔滨电机厂(158)

八 汽輪发电机冷却器端板鉸孔改用脹孔工艺 上海电机厂(159)

九 大型轉子鑲件超音波探伤自动化装置 上海电机厂(160)

十 汽輪发电机轉子中心孔磨削工具 上海电机厂(161)

十一 积木式土机床加工磁軛M80螺孔 辽宁省錦州新生电机厂(162)

IV 热加工

一、焊接 哈尔滨电机厂(163)

1 水輪发电机几个主要部件焊接工艺 (163)

 (一)定子机座 (163)

 (二)轉子支架 (163)

 (三)上机架 (164)

 (四)在大型发电设备中应用全焊及鑄焊結構的优越性 (165)

2 发电机轉子支架焊接 肖山电机厂(165)

3 4.1米长厚鋼板熔咀电渣焊 哈尔滨电机厂(168)

4 快速焊接法 哈尔滨电机厂(170)

5 电渣焊焊缝工頻加热局部热处理 哈尔滨电机厂(172)

二、鑄造 (174)

1 72500瓩水輪发电机实心磁軛的精密鑄造 哈尔滨电机厂(174)

2 电机的鑄鉄端盖鉄模鑄造 哈尔滨电机厂(175)

3 串鑄造型法 哈尔滨电机厂(180)

4 鑄鋼轉子支架鉄模鑄造 哈尔滨电机厂(181)

5 純銅零件在摩擦压床上的液体模压 哈尔滨电机厂(182)

I 新技术、新工艺

推行新技术和新工艺是提高劳动生产率，改进产品质量及試制成高大精尖新产品的重要环节之一，尤其是技术革新和技术革命的运动在全国各地轰轰烈烈地展开以来，新技术和新工艺更是层出不穷，本章共收集 11 篇文章。

第一篇系小型水輪发电机机組采用无屑加工的初步总结，文中比較詳細地介绍了无屑加工这种新工艺在生产中所取得的巨大效果，他們将产品的零件按工艺特点，尺寸形状等，一一进行分类，其不同类别的零件采用不同的措施，并对特殊的情况采用一些特殊办法。其中如在不影响性能的基础上，使产品结构力求简单，使之不加工或少加工，同时在鑄造，鍛造，冷加工等方面采用新工艺，使毛坯尺寸，形状和精度做到最大限度的接近和达到成品的要求，从而大大提高了劳动生产率，节约了有用的金属。

第二篇大型換向器云母不下刻，是大跃进中发挥敢想敢干精神，为解决生产关键而提出的重大合理化建議，也是国内外各电机厂尚未采用的新技术。文章中介绍了換向器云母片下料，装配及金工加工过程中的工艺方法和质量要求，使云母片在电机装配后，不再花费很多时间进行下刻，因而大大提高劳动生产率，缩短了生产周期并改善了产品质量。

第三篇鋸齿环氧玻璃布槽楔压制的工艺，此种槽楔系使用在高速或換向情况比較恶劣的电机中，文章着重介绍了压制的工艺方法及压制中应注意的事项。

感应加热在工业中的应用日益增多、效率高、操作简单、且节省大量电力，这次曾收集了有关电枢和磁轭加热打斜键，及汽輪发电机护环等部件感应加热套装等几篇文章，文中比較詳細的叙述了感应加热的计算方法。对有关工厂采用类似工艺方法有参考价值。

立式靜平衡是具有大而扁形状的电机轉子平衡的一种新工艺方法，由于采用了此种工艺方法，就不需要与轉子直径相适应的大平衡架，且平衡效果好，精度高，文章还着重介绍了操作方法，俾作参考。

先进热噴漆工艺一文介绍了如何节省噴漆溶剂的具体措施，对原材料的节省有很大的价值。

一、 $\phi 300$ -FM-42 水輪机及 TSWN92-6,

75 瓩水輪发电机組无屑加工初步总结

建成机械厂

在党的总路线光辉照耀下，在新形势、新阶段、新任务的鼓舞下，在贯彻执行全国机械工业、机械化、自动化省市扩大会议決議的过程中，在取得 201 型电瓶车无屑工艺胜利的基础上，我厂技术革新和技术革命更是一浪高于一浪。全体职工在党的正确领导与大力支持下敢想敢干，解放思想，彻底破除了过去总认为机械制造中必须以切削加工为主的陈旧观点，充分发挥了主观能动性，大胆地采用先进的无屑工艺。因而在 201 型电瓶车无屑工艺实现后的半个月左右的时间，已在我厂众多的产品中全面的开花了， $\phi 300$ -FM-42 及 TSWN92-6，75 瓩水輪发

电机組全面实现无屑工艺就是这无数鮮花中的一朵。这些成績的取得是党的又一偉大胜利，这是科学技术上大搞群众运动的结果。

75瓩水輪发电機組的全面实现无屑工艺为我厂生产发展指出了一个新的方向，也是一条水力发电设备生产中贯彻执行多、快、好、省总路綫的捷徑，为克服机械加工薄弱环节，实现生产上全面大跃进創造了极为有利的条件，作好更充分的物质准备。无屑工艺的实现，不仅大大促进了我厂鑄造等工艺技術水平的提高，而且所获得的技术經济效果也是很显著的。

用无屑工艺制成的75瓩水輪发电機組与改变工艺前的比較有以下主要优点：

(1) 全套机組共有零件总数322种。过去要切削加工的有159种，现在又有89种部件改为无屑加工，实现无屑工艺的总共有252种，約占总数的80%，并减少了零件6种。

(2) 劳动生产率平均提高了26%以上；加工工时可减少1040小时，在机組的总工时上也大大的縮短到原来的70%左右。

(3) 根据1960年生产情况可在此項产品中节约鋼鉄及有色金属80吨以上（約100台机組），約占原有材料消耗的15%左右。

(4) 切削机床可节省17台其中有車床11台銑床2台，刨床4台。

(5) 生产工人数可减少52名，占原有入数的24%。

(6) 机組的单位成本可降低16%左右。

1 75瓩水輪发电機組簡介：

本机組是由一套 $\phi 300$ -FM-42水輪机与一套TSWN92-6，75瓩水輪发电机及励磁机所組成。水輪机的設計水头 $H_p=8\sim 13$ 米，流量 $Q=0.64\sim 0.82$ 米³/秒，适于我国广大农村地区建

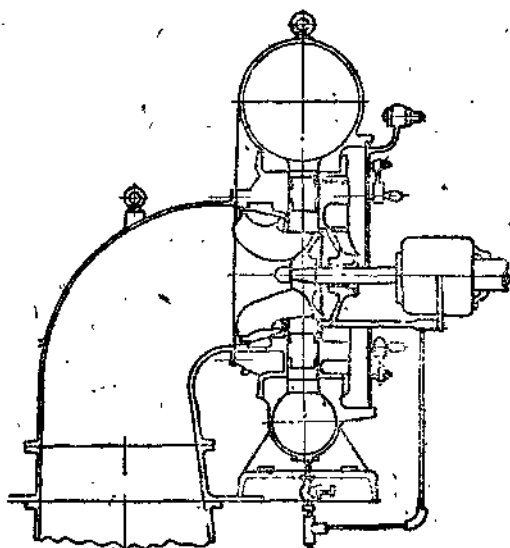


图 I-1-1 $\phi 300$ -FM-42水輪机图。

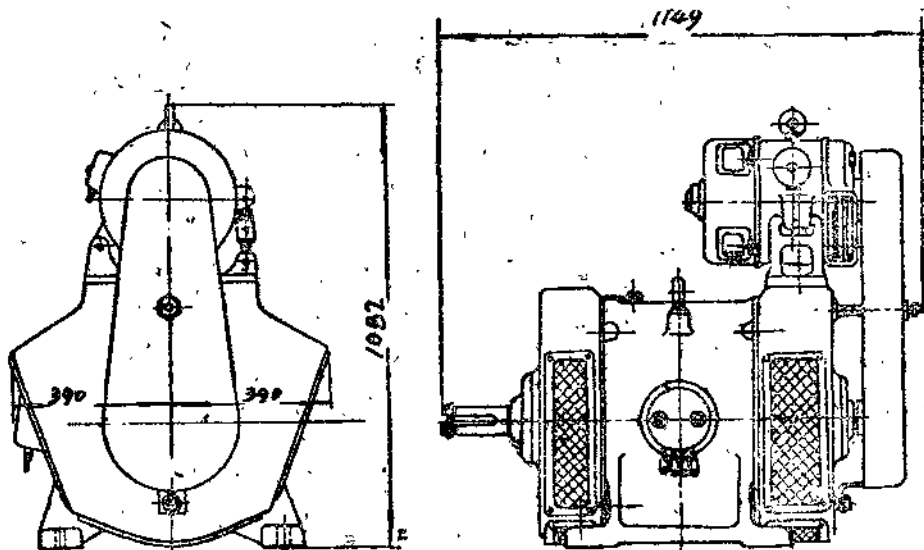


图 I-1-2 TSN92-6 75瓩发电机外形图。

立小型水电站之用。机组单机容量 $N=75$ 瓩，电压400/230伏，可供农村灌溉，副业加工及照明之用。对于加速发展农村电气化有很大的意义， $\phi 300$ -FM-42水轮机可以单独运转代动，其他设备如水泵等使用。

TSWN92-6，75瓩发电机也可单独与其他动力机械如内燃机，蒸汽机等配合作为电源使用。

2 无屑工艺实现的经过：

为了多、快、好、省发展生产的需要，我们曾经寻找过不少提高劳动生产率的途径。201型电瓶车无屑工艺在我厂的出现就表明这种努力的结果。但这条多、快、好、省的經驗在我厂推广到全面中同其他新生事物一样也是坚持了政治挂帅，大搞群众运动克服了种种不正确的思想而实现的，由于我厂设备与技术力量均较薄弱，以往还有部分认为机械制造中必须以切削加工为主的陈旧观点，认为锻、铸件加工余量较大，对于工艺管理也不够严格。就有人认为在发电机上搞无屑工艺是不行的，虽然电瓶车实现了无屑工艺，但因电机的性能要求高等等。根据这些情况及时的开展了論虛，提高了思想统一了認識，使得无屑工艺进一步深入，同时加强了三結合，大协作等一系列大搞群众运动的方针，拟定了切实完善的规划。在首先发动群众，依靠群众，大家想办法，充分发挥了互相协作三結合的作用，技术人员深入車間，领导干部亲自挂帅和指示方向下，对所有的产品零部件进行了分类包干。从结构簡化，設計合理，采用新工艺，改变工序工具等等方面全面加以改进并根据敢想、敢干与科学分析相結合的精神，在性能上加以严格的檢查，及时的改进。作到边改进、边試驗、边鉴定、边定型。这样就大大的縮短了生产周期，使机组在一試驗完成后就能够投入成批的生产，使无屑工艺之花很快就展现出很大的效果。

3 依靠群众大面积丰收：

在整个机组中，水轮机部分，原有零件176种，其无切削加工的零件有110种，发电机部

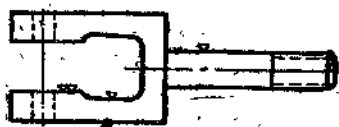


图 I-1-3 改变前的调节拉杆。

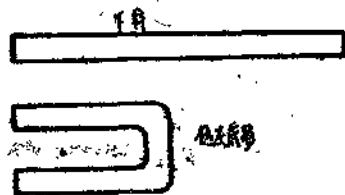


图 I-1-4 改变后的调节拉杆。

分原有148种零件，其无切削加工的零件只有55种，而其余的零件都需要进行机加工和部分的需要加工。根据种类繁多，数量也不少的情況，首先对产品的零件按工艺特点、尺寸形状等等，一一进行分类。不同类别的零件采用不同的措施，并对特殊的情况采用一些特殊办法。

(一) 改变结构方面：

无屑工艺的實現常常要求产品结构在不影响性能的情况下进行改变，应使产品结构力求簡

单, 同时从产品的结构上改进, 可以大大减少加工, 作到不加工尽量不要加工, 并使产品零件尽多的实现标准化和通用化, 以便在工艺上能很顺利的实现无屑。

如: 水轮机的调节拉杆原用图 I-1-3 的结构改为图 I-1-4 的结构, 就可大大节约材料减少切削。

又如图 I-1-5 的圆销原来用 $\phi 40$ 圆钢车制, 改为图 I-1-6 的结构, 可以用冷拔代替机加工, 可以节约材料 50% 提高效率达 110 倍以上。

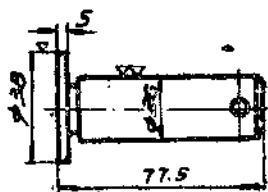


图 I-1-5 销子改变前的形状。

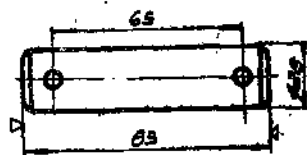


图 I-1-6 销子改变后的形状。

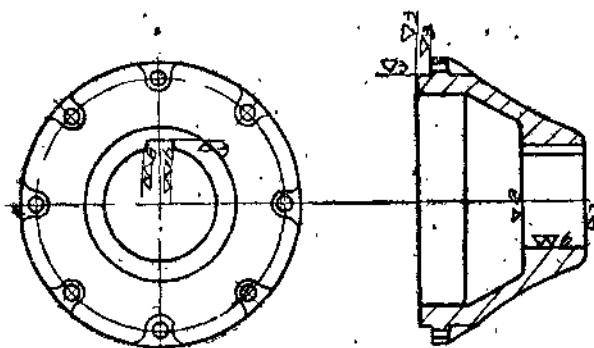


图 I-1-7 改进前風扇軸套。

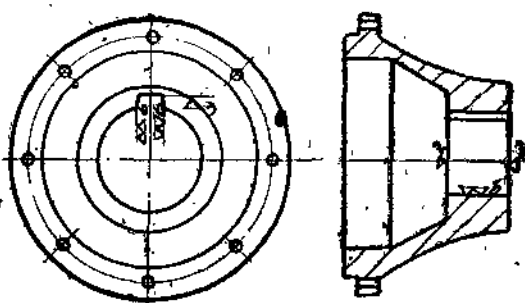


图 I-1-8 改进后風扇軸套。

发电机風扇軸套由于螺孔沉头采用铁型铸造时就有困难。如把图 I-1-7 改为图 I-1-8 的结构就可以全面的实现无屑工艺。

发电机轉子原来结构如图 I-1-9。磁轭、大轴、磁极均需加工如改为图 I-1-10。结构就可减去磁大轴等处配合面的加工。

水轮机人工调速器的外壳与座原来是分开的如作成一整件就可省去之间的连接原件和互相间的配合表面的加工如图 I-1-11 改成图 I-1-12。

再如: 调节环原来是在铸铁内嵌入铜环加工, 而因为手工调节, 省去铜环是可能的, 这样

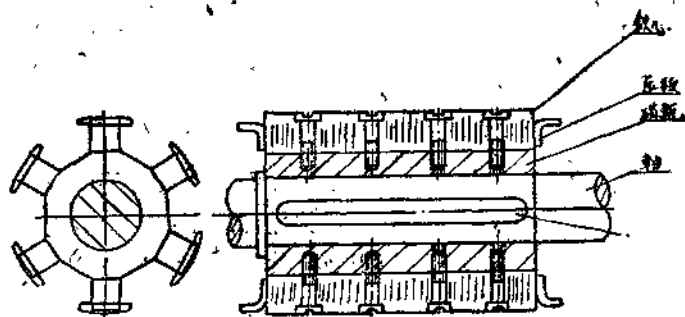


图 I-1-9 改进前轉子結構。

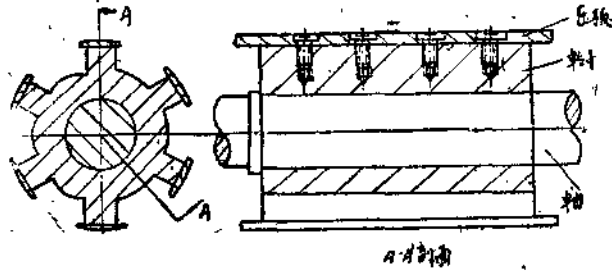


图 I-1-10 改进后整体铸造结构的转子。

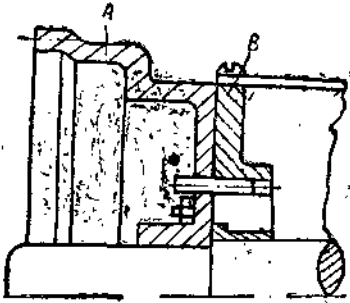


图 I-1-11 人工调速器壳与座改变前的部件图。

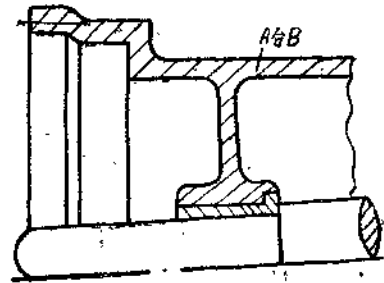


图 I-1-12 人工调速器壳与座改成一体后。

便可减少无屑零件的种类。

(二) 采用新工艺。

无屑工艺的道路是广阔的，它包括铸造技术上广泛采用如：泥型铸造、硬模铸造、腊模铸造、离心铸造等。在锻造方面是大力应用模锻、滚锻、精锻、热轧、热压、精压等等新型最先进的工艺。在各种冷加工中，则是大力推广冲、压、拔、轧、挤、搓等无屑压力加工的方法。这些先进工艺的特点，都是采用高效率的方法生产，使毛坯尺寸、形状和精度做到最大限度的接近和达到成品的要求。从而大大的提高了劳动生产率，并降低了金属的消耗，在 75 瓩水轮发电机组中我们采用了以下几种方法。

(1) 金属半金属型的铸造。

硬模铸造的特点就在于生产率高、强度好、表面光洁、尺寸准确等优点，但它仅适用于形状简单的零件。如图 I-1-7 风扇轴套必须改为图 I-1-8 后方能采用硬模。三角皮带轮如图 I-

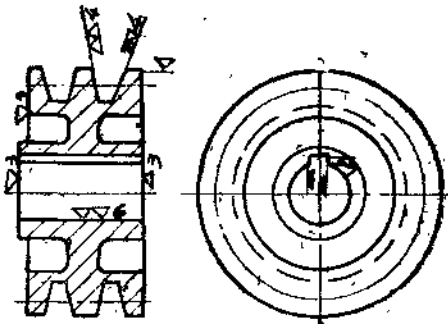


图 I-1-13 未实现无屑前的三角皮带轮。

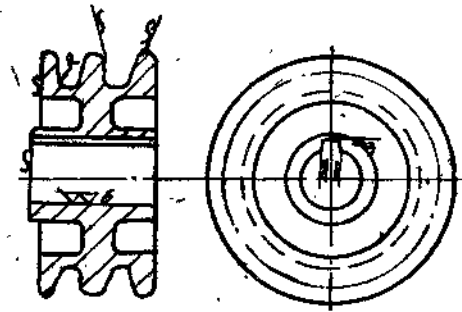


图 I-1-14 实现无屑后的三角皮带轮。

1-18虽然形状并不太复杂，但因模子尖角处多須將形状改为图 I-1-14 的情况才能适于鑄造。

鑄件內孔的鑄造方面：我們采用了鉄芯和砂芯两种方法，对于比較简单的內孔如：風扇套筒等零件，为一圓孔带一鍵槽，就可將鉄芯帶鍵一同放入型內澆注。鉄水后鑄件外表剛凝固就迅速打下鉄芯。鑄件冷却，內孔的收縮量就正好作为精加工的裕量。对于內徑上形状比較复杂

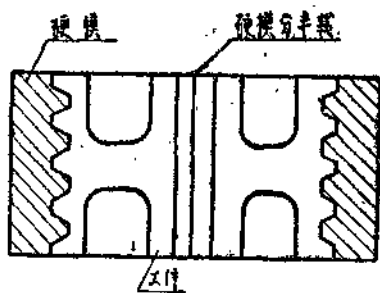


图 I-1-15 $\phi 800$ 三角皮帶輪硬模制造示意图。

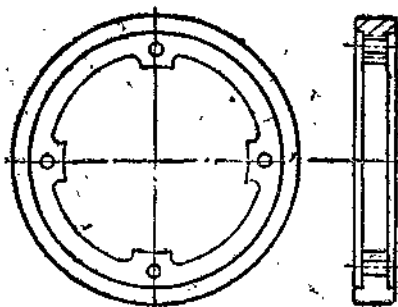


图 I-1-16 集电环。

尺寸又比較大的零件就采用砂芯，作砂芯的材料加以控制来达到較高精度的要求，如 $\phi 800$ 的三角皮帶輪和集电环。

采用金屬模时就可以大力采用鑄焊結構，如电机轉子改成鑄焊結構，把已鍛好的軸直接鑄于磁軛內。虽然由于目前鑄鋼上还存在某些問題尙待解决，但采用此种工艺，我們认为是不行的，在研究大鑄件，特别是形状比較复杂的零件，用金屬模鑄造是有很多困难的，为了尽量减少加工裕量或不加工的目的，采用局部的鉄模，以及外冷鉄同样可以使产品保持很好的质量。

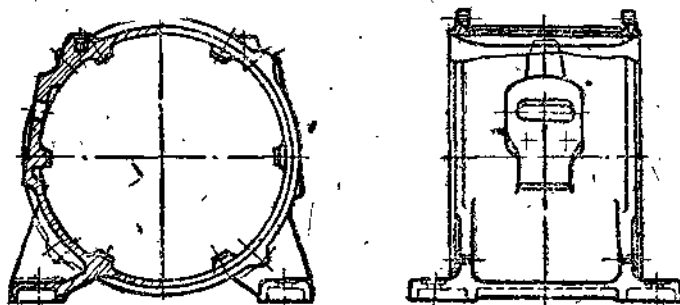


图 I-1-17 发电机座改进图。

图 I-1-17 发电机座为了使两端不加工就在两端加鉄圈形的冷鉄就使加工面省去加工。

(2) 腊模鑄造方面。

对于尺寸和光洁度要求很高的零件可以用腊模鑄造，如水輪机的蜗輪由于形状复杂，加工也比較費工时就采用腊模鑄造，质量完全能满足要求，尺寸精确表面光洁度达到 $\nabla \nabla 6$ 以上。在制造腊模的过程中我們用石膏作成瓣的阴模，鑄出腊模，使腊模能很快投入到生产中去，及时的满足全面无屑工艺的要求。

(3) 用金屬模型或菱苦土模型代替木模。

对于成批生产的鑄件采用金屬模型代替木模，由于金屬模型有尺寸准确，变形小表面光洁度高，在作砂型时不粘砂等优点，能够保証鑄件的质量。因此在开始进行无屑工艺时直接用已加

工完的金屬成品代替木模，這也是我們能在最短時間內全面實現無屑工藝的措施之一。在長期生產中，我們用鋁模代替木模；對於生產數量不大的則採用菱苦土模型代替木模，效果也很好。

在製造模型時特別注意留適當的加工余量和鑄模的取模斜度，也是減少加工的一項重要因素。

（4）以模鍛軋制代替自由鍛造。

用模鍛和軋制代替自由鍛造加工零件可以使毛坯的形狀尺寸更接近於零件的實際情況。鍛造後只需對局部地方進行少許加工就行了。如發電機的軸採用模鍛後，僅須把軸承部分和須滑配部分進行很少的加工就行了，並可減少原材料消耗的15%左右。

在模型鍛造電機軸中：由於軸較長，因此在全長方向的同心度尚存在點問題，因而現在我們正研究用軋制的工藝進一步提高質量。

（5）金屬的拔伸工藝。

如圖 I-1-6 的圓銷採用冷拔工藝後不僅材料上節約了，生產效率還可提高 110 倍左右，並使表面光潔度達到 $\nabla\nabla\nabla 7$ 以上。由於冷拔工藝具有高效率尺寸準確一致，光潔度好等一系列優點，因而在我們搞無屑工藝這也是一項重要措施。如勵磁機換向銅排，原來加工是用方銅排，用刨、銑等加工方法，製造質量低材料消耗量大。採用冷拔工藝後，使銅排生產的效率提高了 3 倍以上，表面光潔度由 $\nabla 3 \sim \nabla\nabla 4$ 提高到 $\nabla\nabla\nabla 7$ 以上，材料的利用率由原來的 50% 提高到 98%。

（6）手工操作模具化。提高沖剪加工的技术水平，利用沖剪等工藝來解決原來加工量大的手工操作的零件，如引綫頭各種特形的墊片等小零件，不僅作到了提高效率的目的，對提高零件的質量，改善互換性方面有很大的作用，這也是手工操作機械化方面的一項重大作用。

（三）產品結構通用化，產品零件標準化。

對於產品的結構和零件盡量作到通用選取。標準件可以省去很多的加工工時，一般來說一個設備中其螺釘螺帽的總數是不少的，在 75 瓩水輪發電機組中，由於盡量合併改用標準件等就占節約工時的 30% 左右。因為標準件可以進行外購和組織大量生產，這樣對於開展無屑工藝是有很大實用價值的。

（四）合理的安排工序工藝過程。

由於我廠原來在工藝路線等安排上還不夠，在加工過程中，工序間的重複加工等現象，經過合理的安排工序，並在工序中著重於非機械加工的比例，就是使無屑加工在工藝上生產管理上作出很好的準備。

4 今後改進提高的方向。

75 瓩水輪發電機組的試制成功，再次說明了聽黨的話沒有克服不了的困難，依靠群眾沒有攻不克的難關，我們要在現有取得勝利的基礎上，更加鞏固和提高，我們繼續努力的方向是：在水輪機方面繼續不斷的提高無屑工藝水平和零件種類，用軋制代替鍛造加工主軸，用鋅模或鉛模鑄造水輪機轉子，等等。在發電機方面同樣是不斷提高無屑件的質量和種類，另外還要在實現無屑的基礎上實現“三無”即無切屑、無銅、無勵磁機，而採用提高鋁、鍛、軋的質量，

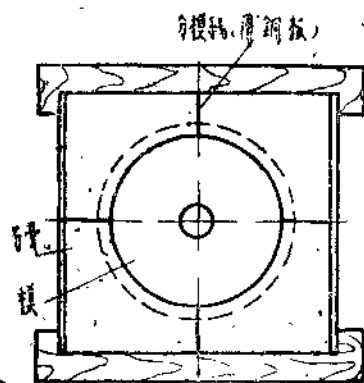


圖 I-1-18 鋅模快速製造圖。

以鋁代銅，以機械勵磁代替勵磁機，並改善電機，冷卻條件來提高發電機的容量等。我們堅信在黨的領導下全體職工充分發揚敢想、敢下、敢創造的共產主義風格，在無屑加工全面開花的基础上，技術革新，技術革命在我廠一定會取得更大的效果，保證完成和超額完成今年的國家計劃。

二、大型換向器云母不下刻的經驗

哈爾濱電機廠

我廠所生產的大型直流電機，由於需求迫切，生產周期短而部件多，工序複雜，往往在生產中造成很大困難，因此，如何改進工藝方法，縮短周期是為當務之急。去年車間工人深入研究，發揮了敢想敢干的共產主義的風格，曾提出換向器云母片在裝配時事先下刻，電樞裝配完成後不再花費更多的時間和精力進行下刻，經首先在一台 72500 瓩水輪發電機勵磁機上試驗，事後經專家及有關單位鑑定結果，認為質量優良。為了在今後生產中確保質量，使不致產生不良後果，經工藝科協同車間細致分析，具體研究，抓住裝配工藝，部件加工中一系列影響質量的各個工序，提出措施，制訂公差標準，編擬工藝文件，保證在操作中具體執行，茲將其主要內容概述于下：

1. 換向器云母片下料問題：

在試制時曾作了一付簡易沖模進行下料。模子材料是 45 鋼，來進行熱處理，因此，刃口很易磨損，時常需要刨削加工。事後，曾作了一通用性較大的正規沖模。其結構原理如圖 I-2-1 所示，首先將云母板剪料成一定寬度，使等於換向片長度另加 3 毫米，作為裝配後云母片凸出于銅片之用。為適合于云母片各種寬度 (W) 及升高片不同的寬度 (L) 正面及側面兩定位板均可調節（見圖 I-2-1）。由於使用沖模，所有云母片的尺寸均能保持一致，從而使裝配後云母下凹的深度一致。云母片沖模試用後，發覺有如下三個缺點，有待改進：1) 脫料彈簧力量不夠大。2) 側面定位板長度太短，定位困難，應加長至 200~300 毫米。3) 正面定位板厚度太薄，加大到 10~15 毫米，定位較准。

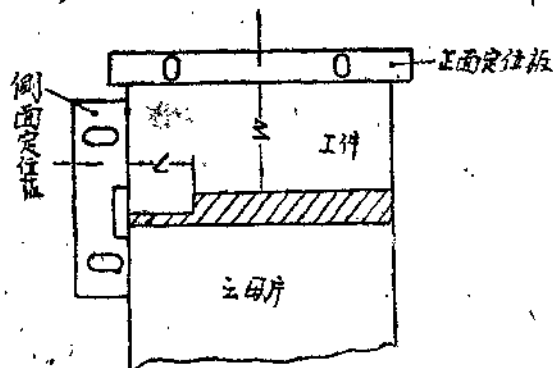


圖 I-2-1

2. 換向器裝配質量要求。

換向器云母片能否做到在電樞裝配後不下刻，最關鍵的問題之一，是換向器裝配質量的好壞。因為云母片下刻于銅片表面僅 1.5~2 毫米。如果換向器裝配時，扁圓現象很嚴重。甚至於超出下刻尺寸的范围，則事先下刻的意義就沒有了，欲使換向器裝配後能滿足不下刻的要求，首先必須保證云母片剪裝時，寬度一致，且在長度方向上有兩點定位，即將云母片沖成或銼成如圖 I-2-2 所示的形狀：

這樣在 20 及 50 毫米處能緊靠裝配工具內圓，使不致產生云母片斜扭及里出外進的現象。另外，在一次裝配時，應仔細檢查銅片外圓的扁圓程度使在 ±1 毫米以內，銅片垂直度在 0.5