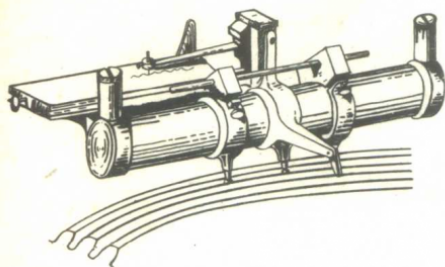


成都工学院图书馆
基本馆藏

351434

高速重载齿轮传动装置的制造

图列兹基、留比姆科夫、切尔诺夫著



大连工矿车辆厂

¥3.00

高速重載齒輪傳動 裝置的製造

圖列茲基、留比姆科夫、切爾諾夫著

王燮元、周沛 譯

大連工礦車輛廠

1963.11.



数据加载失败，请稍后重试！

出版者的話

本书闡述了有关高速重載齿輪傳动装置，燃气輪机和汽輪机和其他齿輪傳动装置的制造問題。

本书供齿輪工、齿輪机床調整工以及工长和有关齿輪工程技術人員参考。

本书第 1~7 章譯者王燮元，第 8、9 章譯者周沛。譯文校对第 1~6 章徐紹原工程师，第 7~9 章宋人錚同志，参加校閱的还有宋明經同志。

編者

1963 年11月

苏联 П.Ю.Турецкий, Л.Ю.Любимков, Б.В.Чернов 著

“изготовление тяжёлонагруженных скоростных зубчатых передач”

前 言

苏共22大制定的共产主义綱領中規定机械产品1980年的产量将比1930年增加9—10倍。

汽輪机和燃气輪机齿輪傳动装置的生产，是动力机械制造极其重要的一部分。

本书主要是研究汽輪机和燃气輪机的齿輪，其技术要求在ГОСТ 8889—58中有規定。在某几章中，仅在必須对重載齿輪制造的个别因素进行比較时，方才涉及其他齿輪的制造問題。

本书較第一版，刪去了有关齿輪公差的几章，因为这几章将在齿輪丛书第六册中予以叙述。在关于高速重載齿輪的檢驗特点的一章中，介紹了通用的檢驗方法，并且着重介紹了用波度自动記錄仪檢驗周期誤差的方法。

同时本书还补充了苏联和国外大型重載齿輪的剃齿方法。

作者希望，运用本书中关于高速重載齿輪的制造經驗，将在一定程度上有助于提高齿輪加工的技术水平和齿輪生产的文明程度。

作者热誠欢迎对本书闡述的所有問題提出宝贵意見。

——作者

目 录

前言

第一章 重載齒輪傳動的技术要求	1
§ 1 材料和热处理, 对毛坯的技术要求	2
§ 2 齒輪的檢驗参数和圖紙格式	3
第二章 重載齒輪的机械加工	15
§ 3 切齒前毛坯的机械加工工艺	15
§ 4 車制齒輪毛坯的檢驗卡片	20
第三章 齒輪刀具及其結構、刃磨和在机床上的 安裝	23
§ 5 概述	23
§ 6 滾刀及其技术条件和公差	25
§ 7 精密滾刀齿形磨削和刃磨	32
§ 8 精密滾刀在机床上的安裝	33
§ 9 滾刀刀杆的技术要求	44
第四章 重載齒輪切齒前的准备工作	47
§ 10 立式滾齒机的工作前准备	47
§ 11 大型臥式滾齒机的工作前准备	53
§ 12 齒輪毛坯在精密滾齒机上的安裝	53
§ 13 精密齒輪切齒前的准备工作程序	62
第五章 重載齒輪的切齒	63
§ 14 切削斜齒輪或人字齒輪的大型滾齒机的 調整	63

§ 15大型齿輪切齿时的切削用量	68
§ 16大型齿輪的粗切齿和精切齿	70
第六章 齿輪的运动精度和工作平稳性	75
§ 17关于齿輪周期性誤差图示法的基本概念	75
§ 18关于齿輪运动誤差的概念	77
§ 19大型高速重載齿輪的誤差来源	80
第七章 大型重載齿輪的檢驗特点	87
§ 20嚙合要素檢驗的任务	87
§ 21测量周节和周节积累誤差	88
§ 22周期誤差的测量和利用波度仪測定輪齿的 所有波度	98
§ 23直齿輪的周期誤差和基节誤差	116
§ 24齿輪傳动在空运转和負載情况下的噪音	117
第八章 大型重載齿輪的剃齿	122
§ 25齿輪剃齿的基本原理	122
§ 26剃削方法的工艺可能性	124
§ 27大型齿輪的剃齿机	130
§ 28有效剃削条件的选择	133
第九章 重載齿輪的研齿	136
§ 29齿輪研磨工序的用途	136
§ 30研磨过程特点	138
§ 31由一个小齿輪和两个大齿輪組成的齿輪 傳动研磨	143
参考文献	145

第一章 重載齒輪傳動的技术要求

汽輪机和燃气輪机齒輪傳動的特点是：在 100—150 公尺/秒的圓周速度下，傳遞高达 40000 瓩的功率。因此，这种齒輪傳動是高速重載的齒輪傳動。

渦輪減速机齒輪軸和齒輪的尺寸特点，可用以下數字說明：齒輪軸直徑為 200—500 毫米；齒輪直徑為 1800—4000 毫米；人字齒輪工作部分的寬度為 500—1600 毫米。

渦輪減速机齒輪傳動能正常工作的主要条件是：保證減速机体和齒輪有極高的制造精度。此后，凡渦輪減速机上精度特高的大型高速重載齒輪，我們都簡稱為“重載”齒輪。

制造这种齒輪，应用一般方法是不能保證它的技术要求的。这是与切齿机床的質量，切齿刀具和齒輪的檢驗方法密切相关的。甚至齒輪加工工段的厂房，也必須构筑得符合一系列的特殊要求。制造重載齒輪仅能在具备下列諸条件的情況下制成：

1) 使用精密的（特別精确的）切齿机床。这种机床須按特殊規定進行檢驗和操作。

2) 使用精密滾刀。这种滾刀与一般滾刀不同，直徑加大，刃部較長，切削槽數也較多，而且制造極為精确。

3) 切齿設備必須安裝在具有特殊装备的单独房間內，和防震地基上。室內無論冬夏，均須保持恒溫，不受外界溫度变化的影响。

保證所有这些条件，就会大大地提高重載齒輪的制造成

本。因为不仅組織專門的齒輪工段需要大量的投資，而且製造這種齒輪也比製造一般齒輪要花費更多的勞動量。

下面我們將闡述齒輪毛坯和齒輪成品的主要技術要求以及繪制齒輪圖紙的一些規則。

§ 1. 材料和熱處理，對毛坯的技術要求

重型齒輪毛坯用電爐鋼或平爐鋼鍛成。對於重要齒輪則使用鉻鎳鉍鋼和其他牌號的合金鋼： OXH_1MA ； OXH_3MA ； $30X_2H_2\Phi MA$ ； $30X_2H_2B\Phi A$ 等。用這些鋼制成的齒輪，在齒面未經熱處理時，其許用接觸應力達到 $3500 \sim 4000$ 公斤/厘米²，許用彎曲應力達到 1000 公斤/厘米²。齒面滲碳淬火以後，許用接觸應力可提高 $1 \sim 2.5$ 倍。

鍛造後，毛坯鋼應當有密致的晶粒結構，鋼材的晶粒大小應不超過 $\Gamma OCT 5539—51$ №5 的規定。晶粒大小是把磨片放在放大 100 倍的顯微鏡下，與標準磨片上的晶粒比較確定的。所謂 №5 晶粒等級是相當於在放大 100 倍顯微鏡下 10 厘米² 的面積上有 $16—40$ 個晶粒。鋼中的非金屬夾雜物按 $\Gamma OCT 1778—57$ 的規定，不應超過 3 級（由每類夾雜物的算術平均值確定）。3 級非金屬夾雜物的面積不應超過 0.25×10^{-3} 毫米²。

齒輪鍛件应符合 $\Gamma OCT 8479—57$ 規定的技術條件。

供給的毛坯須經粗加工，留出精加工裕量，並鑿出中心孔。（圖 1）毛坯經過熱處理（淬火，回火）後，金屬獲得了所要求的機械性能。

在毛坯兩端各留一特定余量，供制作機械性能試驗試棒之用。自毛坯兩端沿縱向和切向取下的試棒，應在熱處理

車間進行機械性能試驗。因為一旦機械性能試驗結果不合格，還可進行第二次熱處理，並重新取試棒作機械性能試驗。

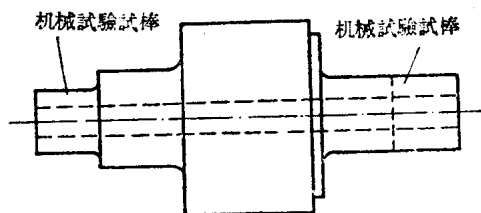


圖 1. 熱處理前的大型齒輪毛坯

對檢驗合格的毛坯，應將有關材料、機械性能試驗和熱處理，所有必要的數據填寫在卡片中，並在毛坯上標出圖號、爐號、鍛件序號和驗收標志。

機械加工以前，應在毛坯圓周和長度方向的不同位置上（例如，在圓周上四點，在須經切削的工作部分長度上三點），重新檢驗其硬度。檢驗時，各點的布氏硬度必須在圖紙規定的範圍以內，其偏差不許超過以公斤/毫米²為單位的硬度值 2%。硬度差別過大，就不可能精確地切制出大型齒輪。這是因為，切削時切削力發生變化，引起切齒機床各個部件和運動鏈的各種變形所致。

§ 2. 齒輪的檢驗參數和圖紙格式

保證重載齒輪傳動裝置的技術要求，就必須在製造齒輪時保證其高精度。在齒輪圖紙上必須包含一定的，足以說明齒輪質量的檢驗參數。對於這種重載齒輪傳動裝置（比如汽輪機和燃氣輪機的齒輪傳動裝置）的技術要求在 ГОСТ

8889—58中有所規定。

根据 ГОCT8889—58, 这种齿輪必須按 A.B.B.Г 各級精度加工制造。A 級精度用于制造“軍艦渦輪主机組的齿輪傳动裝置, 該机組調速范围很广, 可以不限制使用期限, 对机組提出在所有工作状况下, 无噪音和无振动的特別高的要求”。B 級和 B 級精度用于制造“輪船渦輪主机組的齿輪傳动裝置, 机組調速范围很广, 可以不限制使用期限, 对机組提出工作时无噪音和无振动的較高要求”。B 級和 B 級精度还用于制造“拖动发电机的船用渦輪机和固定渦輪机的齿輪傳动裝置, 以及其他一些以恒定速度工作和不限制使用期限的渦輪裝置的齿輪傳动, 对这些裝置提出无噪音和无振动的較高要求”。

B 級和 Г 級精度用于制造“各种不限期或长期使用渦輪机組的齿輪傳动裝置, 傳动裝置产生的振动不致危及机組的結構, 产生的噪音也能利用隔音板和其他隔音設備予以消除”。Г 級精度用于制造“各种短时周期使用的渦輪机組齿輪傳动裝置, 使用期限不长, 振动虽然很高, 但是不致损坏机組結構”(ГОCT8889—58)。

A.B.B. Г 各級精度标准与 ГОCT1643—56 (注) 規定的精度等級相符合。

ГОCT8889—58 A 級精度是表示齿面接触和工作平稳性的一种特殊标准, B 級相当于 ГОCT1643—56 的 III 級精度, B 和 Г 級則相当于 IV 和 V 級。A 級精度与 III 級精度比較, 其周期誤差和齿面接触标准要精确些。比如, 在傳动的平稳性方面, A 級精度規定周期誤差自 1 微米 (直径 500 毫米以內

注: 关于齿輪公差及其精度等級的詳尽說明見“齿輪丛书”第六册。

的齒輪軸)至 2.5 微米 (直徑 5000 毫米以內的齒輪), 而 III 級精度則相應的自 1.9 微米至 4 微米。

A 級精度齒輪傳動的齒面接觸規範如表 1 所示。

表 1 A 級精度齒輪齒面接觸規範 (ГОСТ 8869-56)

偏差和公差	法向模數 (毫米)	齒輪寬度 (半人字輪) 或接觸綫長度 (毫米)							
		到50	超過50 到100	超過110 到160	超過160 到220	超過220 到320	超過320 到450	超過450 到630	超過630 到900
		微 米							
軸向齒距極 限偏差	自2至8	±5	±6	±7	±8	±9	±10	±12	±16
軸綫不平度 和歪斜度 公差	自2至8	5	6	7	8	9	10	12	16
接觸綫位置 與形狀公差	到2.5	6	7	8	—	—	—	—	—
	超過2.5	8	8	9	10	—	—	—	—
接觸綫不平 直度公差	到2.5	5	6	7	—	—	—	—	—
	超過2.5	6	7	8	8	—	—	—	—
法向齒距極 限偏差	到2.5	±5							
	超過2.5	±6							

注: 表中公差可以保證傳動裝置的齒面接觸斑點標準, 在齒高方向不低於65%, 齒長方向不低於95%。但是, 如果檢驗了接觸斑點, 就不必再按齒面接觸規範進行檢驗了。

對於所有精度等級 (A.B.B. Γ), ГОСТ 8889-58 規定了輪齒螺旋綫綜合偏差的精度標準。這項誤差是在加工過程中所有精度的允許偏差引起的。本書 § 19 中將闡述輪齒的各種螺旋綫誤差產生的原因, 以及用波度儀確定這種偏差的方

法。这里仅仅指出輪齿螺旋綫綜合誤差可以在檢驗齿輪軸或齿輪的輪齿波度时，通过在任意測量基面上对波度仪作各种調整所得的讀数来表示。

根据ГОСТ 8889—58，由加工过程中所有允許誤差引起的螺旋綫綜合誤差，对直径由50毫米至5000毫米的齿輪，不得超过下列数值：A級 3—7 微米；B級 5—11 微米；B級 7—17 微米；Г級 12—20 微米。

对于齿輪傳动中心距极限偏差，ГОСТ8889—58 是根据ГОСТ1643—56 C 或 A 的結合形式选定的。保証側隙极限值应与ГОСТ1643—56 X 或 III 結合形式相符合，其公差的具体数值如表 2 所示。

齿輪嚙合的保証（最小）側隙，是以預先对齿輪和齿輪軸的原始齿廓进行最小位移和使中心距有負公差来保証的。ГОСТ8889—58 原始齿廓最小位移量是根据齿輪傳动規定的保証側隙，按ГОСТ1643—56 X 或 III 結合形式确定的。而原始齿廓位移公差則按ГОСТ1643—56 A 結合形式确定，表 3 和表 4 为相应的数值。

齿輪工作图应根据ГОСТ9250—59 繪制。在这項标准中規定了齿輪和蝸輪工作圖紙的繪制方法。

图 2 和图 3 是渦輪减速机齿輪軸和齿輪的图例。表 5 和表 6 是其嚙合特性和檢驗参数，所有这些数据对于表示齿輪的特征都是必要的。

对于重載齿輪必須保証特殊形式的齿圓根和修緣（即切去齿頂工作部分），其高度不超过 $0.45m$ 。符合这两个条件，压力角 $\alpha_x = 20^\circ$ 的齿条刀具的齿形如图 4 所示，图形摘自ГОСТ8889—58。

表 2 齒輪傳動中心距偏差和保證側隙

結合形式	偏差和公差符号	中 心 距 (毫米)										
		超过50 到50	超过80 到120	超过120 到200	超过200 到320	超过320 到500	超过500 到800	超过800 到1250	超过1250 到2000	超过2000 到3150	超过3150 到5000	
		微 米										
C	$\Delta_{aa}; \Delta_{aa}$	± 25	± 32	± 36	± 42	± 50	± 60	± 70	± 80	± 95	± 110	± 130
A		± 40	± 50	± 55	± 65	± 80	± 100	± 110	± 120	± 150	± 180	± 210
X	Cn	85	105	130	170	210	260	340	420	530	710	850
III		170	210	260	340	420	530	670	850	1060	1400	1700

注: $\Delta_{aa}; \Delta_{aa}$ —中心距极限偏差
Cn—保證側隙

表 3 原始齿廓最小位移量 (法向模数 2.5—6 毫米)

結合形式	偏差符号	齿 轮 直 径 (毫米)										
		超过50	超过80	超过120	超过200	超过320	超过500	超过800	超过1250	超过2000	超过3150	
		到50	到80	到120	到200	到320	到500	到800	到1250	到2000	到3150 到5000	
微 米												
X III	$\Delta_{x/h}$	95	120	150	180	220	280	340	420	530	630	800
		180	220	260	340	420	530	630	800	1000	1250	1500

注: $\Delta_{x/h}$ —原始齿形最小位移

表 4 原始齿廓位移公差 (法向模数 2.5—6 毫米)

结合形式	偏差符号	齿 轮 直 径 向 振 摆 公 差 (微米)										
		超过6	超过8	超过10	超过12	超过16	超过20	超过25	超过32	超过40	超过50	
		到6	到8	到10	到12	到16	到20	到25	到32	到40	到50	
微 米												
Ⅱ	δh	34	36	40	42	48	52	60	70	80	95	110

注: δh —原始齿形位移公差 (超过公差即到轮体)

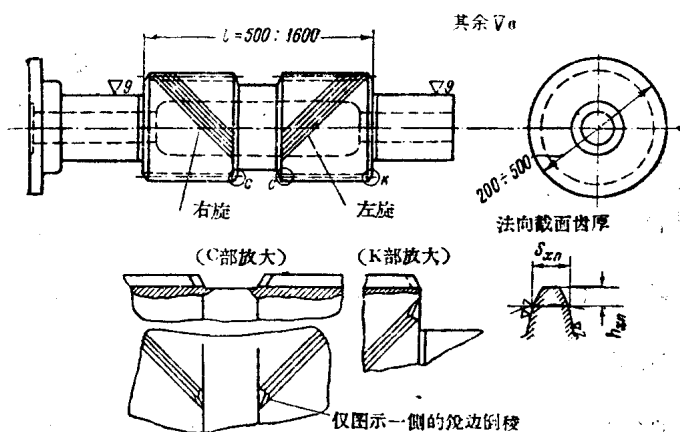


图 2. 涡轮减速机齿轮轴

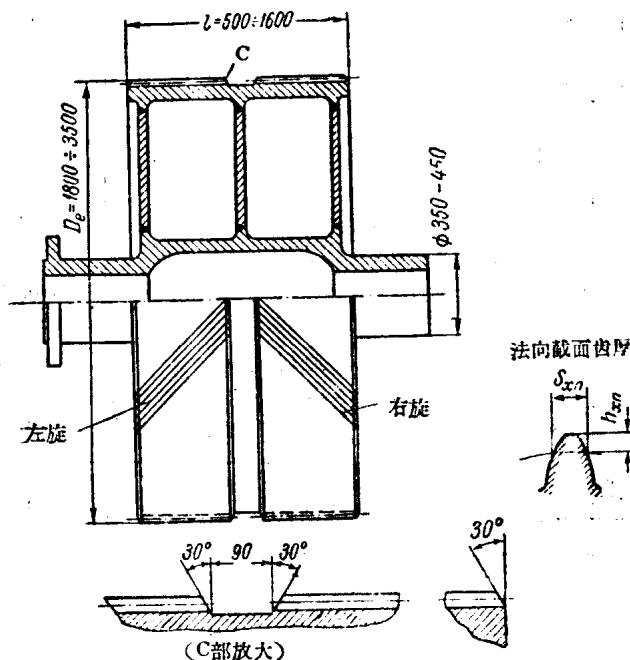


图 3. 涡轮减速机齿轮