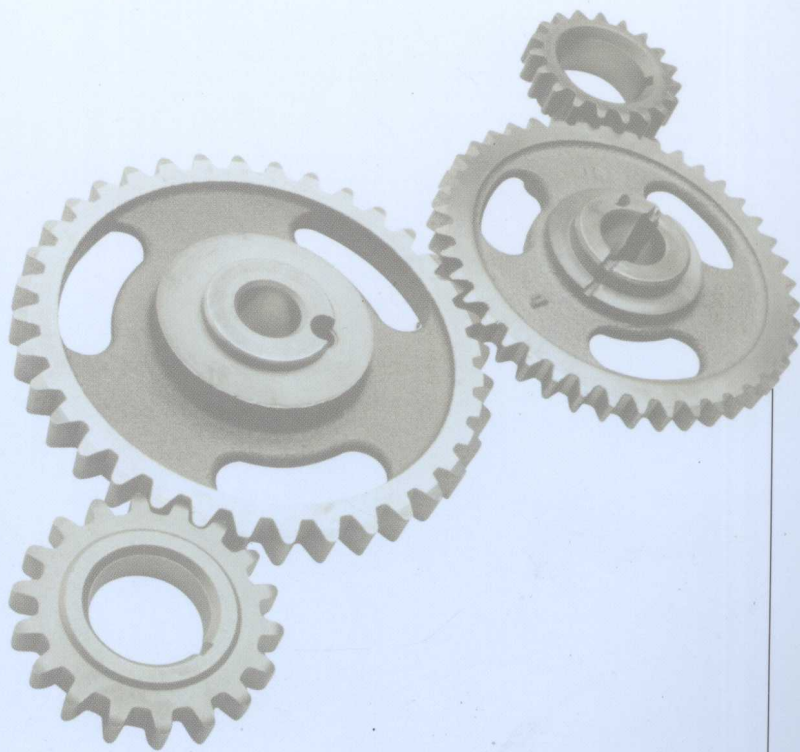


齿轮检测

500问

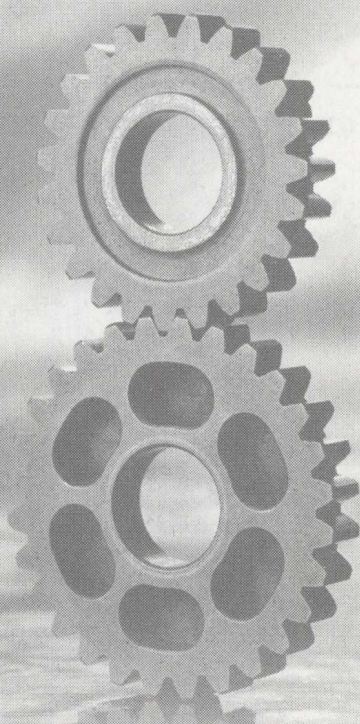
张泰昌 编著



 中国标准出版社

齿轮检测

500 问



张泰昌
编著

中国标准出版社
北京

内 容 简 介

本书以问答形式回答了齿轮检测所涉及的齿轮啮合原理、传动公差、测量技术、操作技能等有关问题,为企业检测人员提供了齿轮检测的实用方法。

本书内容包括:齿轮啮合原理;齿轮传动精度;齿轮检测概论;圆柱齿轮单项测量、综合测量;齿轮整体误差测量;齿轮副测量;圆锥齿轮、蜗轮蜗杆、齿条测量;齿轮、蜗轮蜗杆测绘;齿轮滚刀、蜗轮滚刀、插齿刀测量。

本书可供齿轮加工、检测人员以及一线技术工人阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

齿轮检测 500 问/张泰昌编著. —北京: 中国标准出版社, 2007

ISBN 978-7-5066-4521-8

I. 齿… II. 张… III. 齿轮参数测量-问答 IV. TG86-44
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 122481 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 23.75 字数 553 千字

2007 年 9 月第一版 2007 年 9 月第一次印刷

*

定价 50.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

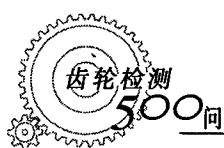
前 言

齿轮是标准化的典型传动零件,广泛应用于机器设备、仪器仪表中的传递运动和准确分度。显然,机器设备、仪器仪表的使用性能直接与齿轮传动的精度有关。虽然齿轮传动精度取决于各组成零件:齿轮、齿轮轴、轴承及箱体的加工与装配精度,但是齿轮的加工精度仍是其中最主要的因素。因此,做好齿轮检测则是保证齿轮精度的重要技术措施。

由齿轮原理和传动公差得知:齿轮的尺寸形状复杂、参数误差繁多,各项误差存在相关性,彼此互有联系,却各不相同。因此,齿轮精度评定指标多种多样,有性能指标、几何参数指标,也有按测量方式确定的指标。为了正确地评定齿轮精度,必须正确地选用测量方法。这就要求齿轮测量人员必须具备齿轮啮合原理的基本知识,熟悉齿轮精度标准的具体规定,掌握齿轮测量方法的测量原理与操作技能。只有这样,才能科学地测量出影响齿轮精度的各项误差,分析出产生这些误差的种种原因,并提出改进的措施。

齿轮精度标准是齿轮加工和检测的依据。近年来,国家颁布了新的齿轮标准,较旧标准有很大改动。标准的变动,必然影响到齿轮加工和检测精度。为了使标准规定的技术指标的实施具有可操作性,有必要对齿轮检测方法予以调整和完善,以保证和提高齿轮检测的质量。

本书以问答形式回答了齿轮检测所涉及的齿轮啮合原理、传动公差、测量技术、操作技能等有关问题。为企业检测人员提供了齿轮检测的实用方法。全书以介绍齿轮啮合原理、传动公差、测量方法、数据处理、精度评估等基础知识为主,辅之以齿轮检测仪器简介,注重其选择和正确使用,以期帮助检测人员尽快掌握齿轮检



测基础知识,提高齿轮测量水平。

本书内容包括:齿轮的啮合原理;齿轮传动公差;齿轮检测概论;圆柱齿轮单项、综合测量;齿轮整体误差测量;齿轮副测量;圆锥齿轮、蜗轮蜗杆、齿条测量;齿轮、蜗轮蜗杆测绘;齿轮滚刀、蜗轮滚刀、插齿刀测量。

本书可供齿轮加工、检测人员以及一线技术工人阅读。

本书力求内容翔实、文字简明、图表实用、通俗易懂。因编者水平和经验有限,加之时间仓促,书中错误在所难免,其中不妥之处,请读者予以批评指正。

编 著 者

2007.1

目 录

一、齿轮啮合原理

1. 什么是齿轮,它有何特性?	1
2. 齿轮是如何分类的?	1
3. 齿轮有何用途?	3
4. 什么是齿轮传动,其特点和作用是什么?	3
5. 齿轮传动的种类有哪些?	3
6. 各种齿轮传动的主要区别是什么?	4
7. 对齿轮传动提出了哪些基本要求?	5
8. 为什么齿轮在齿轮传动中占有重要地位?	5
9. 什么是渐开线,它是如何形成的?	5
10. 渐开线有哪些性质?	6
11. 什么是渐开线函数,其数学表达式是什么?	6
12. 什么叫齿轮的啮合,其啮合的特点是什么?	6
13. 为什么渐开线齿轮传动能够平稳啮合?	7
14. 渐开线齿轮传动正确啮合的条件是什么?	7
15. 何谓中心距?	8
16. 什么是可分离性,研究其意义何在?	8
17. 什么是重合度,规定它的目的是什么?	9
18. 何谓齿轮的干涉现象,产生的原因是什么?	9
19. 一对渐开线齿轮不发生干涉现象的条件是什么?	10
20. 什么是基准齿廓,有何规定?	11
21. 齿条与齿轮的正确啮合条件是什么?	11
22. 齿条与齿轮啮合不干涉的条件是什么?	12
23. 齿轮是如何形成的?	12
24. 齿轮传动三要素是什么?	12
25. 什么是模数和径节?	13
26. 为什么不用齿距而用模数表示齿轮的大小?	13
27. 渐开线上各点压力角是否一样,为什么?	14
28. 分度圆压力角为什么选 20° ?	14
29. 压力角与齿廓有何关系?	15

30. 为什么要将齿轮的基本参数和尺寸标准化?	15
31. 国家标准对齿轮的参数及其代号做了哪些规定?	15
32. 齿轮三要素是什么,规定它的意义何在?	16
33. 齿轮三要素之间有何关系?	17
34. 齿轮主要参数有哪些?	17
35. 何谓短齿齿轮,它有几种?	18
36. 什么是标准齿轮?	19
37. 标准直齿、斜齿圆柱齿轮各部分尺寸间有何关系?	19
38. 标准齿轮使用的局限性是什么,如何解决?	20
39. 什么是变位齿轮,它是如何形成的?	21
40. 变位齿轮有何特点?	21
41. 变位齿轮是如何分类的?	22
42. 高度变位与角度变位主要区别是什么?	22
43. 变位齿轮的用途是什么?	23
44. 为什么变位齿轮可以避免根切现象?	23
45. 如何选择变位形式?	23
46. 怎样计算变位直齿圆柱齿轮的尺寸?	24
47. 斜齿轮形成原理是什么?	25
48. 斜齿轮啮合有何特点?	25
49. 斜齿轮三大要素是什么?	26
50. 为什么斜齿轮要以法向模数为标准?	27
51. 斜齿轮的主要参数有哪些?	27
52. 何谓螺旋齿圆柱齿轮?	28
53. 螺旋齿轮传动特点是什么?	28

二、齿轮传动精度

54. 为什么对齿轮传动精度提出要求?	29
55. 何谓齿轮误差?	29
56. 齿轮加工误差有哪些?	29
57. 齿轮加工误差的主要因素有哪些?	30
58. 几何偏心与运动偏心的主要区别是什么?	31
59. 齿轮误差是如何分类的?	32
60. 国家标准对齿轮的偏差做了哪些规定?	33
61. 齿轮误差检验项目有哪些?	34
62. 切向综合偏差分为几种,它们反映齿轮何种误差?	35
63. 径向综合偏差分为几种,它们反映齿轮何种误差?	35



64. 齿距偏差包括哪些项目,主要区别是什么?	36
65. 什么是齿廓偏差,为什么它能影响传动平稳性?	37
66. 为何齿圈径向跳动是径向误差,它对齿轮传动有何影响?	39
67. 何谓公法线长度变动,产生该误差的原因是什么?	39
68. 什么是基圆齿距偏差,对齿轮传动有何影响?	40
69. 什么是螺旋线偏差,它控制齿轮什么精度?	40
70. 什么是螺旋线波度误差?为什么它能影响齿轮传动平稳性?	42
71. 齿厚偏差的含义是什么?	42
72. 齿厚极限偏差是怎样规定的?	43
73. 为什么说接触线误差是齿廓、齿向偏差的综合指标?	43
74. 什么是轴向齿距偏差,为什么它影响齿轮承载能力?	43
75. 何谓齿轮副和齿轮副误差?	43
76. 如何评定齿轮副误差?	44
77. 什么是轴线的平行度偏差?	44
78. 什么是齿轮副的中心距偏差?	45
79. 什么是齿轮副的切向综合偏差?	45
80. 何谓齿轮副的接触斑点?	45
81. 什么是齿轮副的侧隙,规定侧隙的目的是什么?	46
82. 如何保证齿轮副侧隙?	46
83. 齿轮精度等级是如何规定的?	46
84. 齿轮偏差的允许值是如何确定的?	47
85. 5级精度的齿轮偏差允许值计算式是如何规定的?	47
86. 在齿轮工作图上如何标注齿轮精度?	48

三、齿轮检测概论

87. 为什么只有熟悉齿轮啮合原理,方能进行齿轮检测?	50
88. 齿轮检测的目的是什么?	50
89. 齿轮检测的方式有几种?	50
90. 如何选定终结检测的测量要素及其测量方法?	50
91. 怎样进行工艺检测?	51
92. 齿轮检测方法分为几类,各自特点是什么?	51
93. 综合测量与单项测量相比有何优点?	52
94. 齿轮的综合测量分为几种?	52
95. 怎样选定齿轮测量项目?	53
96. 为什么按齿轮公差及极限偏差项目划分公差组,它是如何划分的?	53
97. 在齿轮公差及极限偏差的各公差组内,为什么要再划分检验组?	53

98. 检验组是如何规定的?	54
99. 齿轮检验的基本原则有哪些?	54
100. 怎样选择齿轮公差检验组?	54
101. 怎样选择齿轮测量方法?	56
102. 怎样选择齿轮测量仪器?	56
103. 什么是公差校验原则?	57
104. 一个 7 级精度的齿轮,其所有的评定指标都达到了 7 级精度,这种说法对吗?	58
105. 不同的检验组所得结果不相同,如何评定该齿轮的精度?	58
106. 为什么对 ΔF_a 、 Δf_{pt} 、 Δf_{pb} 三项误差,需要任选其中的两项误差同时检验合格后,才能判定齿轮达到了第 II 公差组的精度等级?	58
107. F_a 与 f_{pt} 、 F_a 与 f_{pb} 、 f_{pt} 与 f_{pb} 组合以及 f'_i 、 f''_i 各用于什么场合?	58
108. 当选定 $\Delta F'_i$ 与 ΔF_w 组合验收齿轮时,若其中只有一项超差,如何评定该齿轮精度?	59
109. 何种情况下,只需检验 ΔF_r ,不必检验 ΔF_w ?	59
110. 公法线长度变动 ΔF_w 和公法线平均长度偏差 ΔE_{wm} 是否是一回事?	59
111. 如何识别齿轮偏差的位置?	59
112. 如何表示斜齿轮的右旋或左旋?	60
113. 如何分清齿、齿面、齿距的编号?	60
114. 齿距数“k”的作用是什么,如何考虑 k 值?	60
115. 齿轮检验的规定是什么?	60

四、圆柱齿轮单项测量

(一) 齿距测量

116. 齿距误差及其表示方法是什么?	61
117. 齿距检测是不是需要具体地量出齿距的大小,否则检测它的目的是什么?	62
118. 测量齿距有几种方法,各适用于什么场合?	62
119. 绝对法测量齿距的原理是什么?	63
120. 用绝对测量法测量齿距的仪器有哪些?	63
121. 绝对法测量齿距的方法有几种,适用范围如何?	64
122. 如何以指示器定位、显微镜读数测量齿距?	64
123. 如何对以指示器定位、显微镜读数测量齿距的数据进行处理? 请举例说明。	65
124. 如何以显微镜定位、指示器读数测量齿距?	65
125. 如何对以显微镜定位、指示器读数测量齿距的数据进行处理? 请举例说明。	65
126. 怎样计算绝对法测量齿距的误差?	66
127. 相对法测量齿距的原理是什么?	67



128. 相对法测量齿距的仪器有哪些?	67
129. 齿距仪的结构原理是什么?	67
130. 齿距仪测量齿距的方法步骤是什么?	68
131. 万能测齿仪的结构原理与测量原理是什么?	69
132. 万能测齿仪测量齿距的方法步骤和注意问题是什么?	70
133. 相对法有几种定位方式,哪种方式最为合理?	70
134. 为什么齿距仪只能测量 7 级精度以下齿轮?	71
135. 如何对单个齿距的精度进行检测?	71
136. 如何对齿距偏差的检测做图解说明?	72
137. 用齿距比较仪检测法向齿距精度时应注意什么问题?	74
138. 为什么相对法检测齿距的数据处理中要考虑调零齿距,如何考虑?	74
139. 为什么调零齿距误差等于所有齿距偏差平均值?	75
140. 怎样对相对法测量齿距偏差数据进行处理?	75
141. 表格法计算原理是什么?	77
142. 何谓图解法,其原理是什么?	78
143. 用万能测齿仪测量一齿数为 8 的齿轮,其仪器读数依次为(μm)0、-9、7、12、 7、9、-12、-6,试用计算法和图解法求该齿轮的齿距偏差 Δf_{pt} 和齿距累积总 偏差 ΔF_p ?	79
144. 何谓变换读数值图解法,如何巧用该法?	81
145. 举例说明变换读数值图解法的方法。	82
146. 为什么相对测量法的测量误差大?	83
147. 如何计算相对法的测量误差?	85
148. 为什么用跨齿距检测法测量齿距累积偏差,其测量原理是什么?	86
149. 如何对跨齿距测量结果进行评定?	86
150. 检测齿距累积偏差 ΔF_{pk} 的必要性是什么?	87
151. 何谓跨齿补点测量法,适用场合如何?	87
152. 跨齿补点测量法的基本原理及计算方法是什么?	88
153. 补点方法有几种?	89
154. 跨齿补点检测法求取齿距累积偏差的计算方法是什么? 请举例说明。	91
155. 跨齿补点测量图解法的方法步骤是什么?	92
156. 如何对用跨齿补点图解法求齿距累积偏差的数据进行处理? 请举例说明。	93
157. 如何证明跨齿补点法测量精度的可靠性?	95
158. 跨齿补点测量法的优点是什么?	96
159. 为什么跨齿补点法比单齿法提高了测量精度?	97
160. 如何确定跨齿测量法的最佳跨测齿数,注意的问题是什么?	98
161. 为什么不用定位球定位方式测量高精度齿轮齿距偏差?	99
162. 用万能测齿仪测量齿距偏差时,如何选择测量力?	100

163. 为什么可用对径测量法测量齿距累积偏差,如何得到误差值?	100
164. 齿距偏差的测量条件是什么?	101
165. 齿距偏差测量时注意什么问题?	101
166. 如何计算齿距偏差的测量不确定度?	102

(二) 齿廓测量

167. 测量齿廓偏差的方法有几种,有何特点?	103
168. 展成法的测量原理和实质是什么?	103
169. 坐标法的测量原理和特点是什么?	104
170. 对齿廓测量条件有何要求?	104
171. 什么是设计齿廓,如何给定设计齿廓?	105
172. 何谓测量长度、可用长度、有效长度?	106
173. 什么是齿廓计值范围,其计值规则是什么?	106
174. 为什么测量齿廓偏差时,必须确定测量长度和有效长度?	107
175. 确定测量长度时注意什么问题?	107
176. 目前各工厂用什么方法计算测量长度?	108
177. 怎样计算测量长度?	108
178. 如何选用测量长度算法?	110
179. 为什么在实际测量中,通常采用按与标准齿条相啮合的工作圆计算其测量 长度?	110
180. 计算展开长度时是否需要考虑测头半径值,如何考虑?	111
181. 如何以展开角的方法来计算被测齿廓的起始点和终止点?	111
182. 如何以展开弧长的方法来计算被测齿廓的起始点和终止点?	112
183. 渐开线仪器测量齿廓偏差时,展开长度与展开角有何关系?	113
184. 齿廓偏差测量仪器有哪些?	113
185. 渐开线仪器是如何分类的,各类特点是什么?	115
186. 单盘式渐开线检查仪的测量原理是什么?	115
187. 测量齿廓偏差之前,单盘式渐开线仪器做何调整,如何调整?	116
188. 用单盘式渐开线检查仪测量齿廓偏差的操作步骤是什么?	118
189. 如何提高单盘式渐开线检查仪的测量精度?	118
190. 万能式渐开线检查仪测量原理是什么?	119
191. 如何校验渐开线仪器的零位误差?	120
192. 测量头的形状对齿廓偏差测量结果有何影响,如何选用?	121
193. 为什么要调整测头安装位置,如何调整?	122
194. 什么是延长渐开线和缩短渐开线?	123
195. 渐开线仪器量值不统一的原因是什么,有何危害性?	123
196. 温度对齿廓偏差测量有什么影响,应采用什么措施保证渐开线量值的统一? ...	125



197. 何谓渐开线样板,它的作用是什么?	125
198. 如何对渐开线样板进行检定?	126
199. 如何计算渐开线样板的检定不确定度?	128
200. 用渐开线样板校准仪器应具备的条件是什么?	130
201. 为什么使用渐开线样板调整仪器,可以提高仪器的测量精度?	131
202. 如何确定齿轮与样板基圆半径相同时的仪器修正量?	131
203. 如何确定齿轮与样板基圆半径不同时仪器修正量?	132
204. 为什么线性修正仪器误差是合理的?	132
205. 线性修正法的精度如何?	134
206. 渐开线仪器修正量确定后,如何改正被测齿轮的基圆半径,注意的问题是 什么?	134
207. 如何计算仪器加修正量后,齿廓偏差的测量准确度?	135
208. 如何统一单盘式与万能式渐开线检查仪的量值?	136
209. 怎样在渐开线仪器上测量齿廓偏差,应注意什么问题?	138
210. 什么是齿廓图、齿廓迹线、平均齿廓迹线? 它们在测量中的作用是什么?	140
211. 如何确定齿廓图的平均齿廓迹线位置?	140
212. 如何分析齿廓偏差曲线?	142
213. 分析齿廓偏差曲线时应注意什么问题?	144
214. 怎样测量大模数、小齿轮、少齿数和变位齿轮的齿廓偏差?	146
215. 如何在万能工具显微镜上测量齿廓偏差?	148
216. 基圆展成法测量齿廓偏差的原理是什么?	148
217. 用万能工具显微镜影像法测量齿廓偏差的步骤是什么?	149
218. 如何在万能工具显微镜上测量 $m=0.5$ 、 $z=48$ 、 $\alpha=20^\circ$ 直齿圆柱齿轮的齿廓 偏差?	150
219. 如何用直角坐标法测量齿廓偏差?	150
220. 如何按等齿高齿廓坐标法测量齿廓偏差?	151
221. 用光学灵敏杠杆和光学分度头测量齿廓偏差的特点是什么?	152
222. 怎样计算万能工具显微镜测量齿廓偏差的测量误差?	152
223. 如何用齿廓样板比较测量齿廓偏差?	152
224. 何谓投影比较法,有何优缺点?	153
225. 影响投影比较法测量齿廓精度的因素有哪些?	153
226. 如何计算投影测量齿廓的总误差?	154
227. 提高投影法测量齿廓精度的途径是什么?	154
228. 如何对标准齿廓放大图进行计算?	155
229. 如何绘制标准齿廓放大图?	157
230. 如何计算绘制 $m=2$ 、 $z=40$ 、 $\alpha=20^\circ$ 的直齿圆柱齿轮 20 倍的齿廓放大图?	158
231. 测量齿面粗糙度的方法有哪些,方法特点和应用场合如何?	159

232. 仪器法、印模法测量齿面粗糙度的适用性及可行性有什么不同？	160
233. 轮廓仪测量齿面粗糙度的方法步骤是什么？	162
234. 怎样计算轮廓仪法测量齿面粗糙度的测量误差？	165
235. 如何对齿廓偏差测量结果进行处理？	166
236. 如何计算齿廓偏差的测量不确定度？	166
237. 怎样计算齿廓偏差测量的不确定度？请举例说明。	167

(三) 公法线测量

238. 如何计算公法线长度、公法线长度变动和公法线平均长度偏差？	169
239. 跨齿数能任意选择吗,为什么？	170
240. 如何选择跨齿数？	171
241. 怎样测量公法线长度变动及公法线长度偏差？	171
242. 测量公法线常用仪器有哪些？	172
243. 如何用公法线千分尺测量公法线？	172
244. 如何用公法线指示卡规测量公法线？	173
245. 如何用万能测齿仪测量公法线？	174
246. 如何用万能工具显微镜测量公法线？	174
247. 如何对公法线长度测量结果进行处理？	174
248. 如何计算公法线长度的测量不确定度？	174

(四) 基圆齿距测量

249. 基圆齿距偏差的特点是什么？	175
250. 基圆齿距的测量方法有几种？	176
251. 基圆齿距偏差的测量仪器有哪些？	177
252. 基圆齿距偏差的测量条件有哪些？	177
253. 怎样测量基圆齿距偏差？	178
254. 如何用基圆齿距仪测量基圆齿距偏差？	178
255. 如何用万能测齿仪测量基圆齿距偏差？	179
256. 用万能测齿仪测量基圆齿距时应注意什么问题,在调整测量爪时又应注意什么问题？	180
257. 如何用万能工具显微镜测量基圆齿距偏差？	181
258. 用万能工具显微镜测量基圆齿距的精度是多少？	181
259. 如何对基圆齿距偏差的测量结果进行处理？	182
260. 怎样计算基圆齿距测量不确定度？	182

(五) 齿向测量

261. 为什么要测量齿向误差？	182
------------------	-----



262. 齿向误差应在齿轮的哪个圆柱面上测量,又应在哪个截面上计值?	182
263. 齿向误差的测量方法有几种,其特点是什么?	183
264. 标准轨迹法、坐标法、啮合法其测量原理有何不同?	183
265. 齿向误差的测量仪器有哪些?	184
266. 齿向误差的测量条件有哪些?	186
267. 如何用齿向仪测量齿向误差?	186
268. 如何用导程仪测量齿向误差?	187
269. 如何用渐开线和螺旋角检查仪测量齿向误差?	188
270. 如何用万能工具显微镜测量齿向误差?	189
271. 如何用普通量具测量齿向误差?	191
272. 如何检验螺旋线偏差?	192
273. 什么是螺旋线图、螺旋线迹线长度、平均螺旋线迹线长度? 它们在测量中的作用是什么?	193
274. 如何确定螺旋线计值范围,其计值规则是什么?	193
275. 什么是螺旋角偏差?	194
276. 怎样用滚印法测量螺旋角?	195
277. 如何用万能工具显微镜测量螺旋角?	195
278. 如何用齿向仪测量螺旋角?	196
279. 如何用渐开线与螺旋线检查仪测量螺旋角?	197
280. 如何用万能测齿仪测量螺旋角?	197
281. 怎样分析齿向误差曲线?	198
282. 如何对齿向误差测量结果进行处理?	199
283. 怎样计算齿向误差的测量不确定度?	200
284. 何谓螺旋线样板,它的作用是什么?	201
285. 螺旋线样板检定规定有哪些?	201
286. 如何对螺旋线样板的渐开线形状误差和基圆半径进行检定?	203
287. 如何检定螺旋线样板的螺旋线形状误差和螺旋角?	204
288. 如何计算螺旋角的测量不确定度?	206

(六) 螺旋线波度测量

289. 何谓螺旋线波度,其产生的原因是什么?	209
290. 为什么要检测螺旋线波度?	210
291. 螺旋线波度测量原理是什么?	210
292. 如何测量螺旋线波度?	211

(七) 径向跳动测量

293. 径向跳动测量原理是什么,测量目的何在?	213
--------------------------	-----

294. 径向跳动测量方法有哪些?	214
295. 直接法测量径向跳动的方法步骤是什么?	215
296. 径向跳动测量方式有哪些?	216
297. 径向跳动测量仪器有哪些?	217
298. 测量齿圈径向跳动时测量头如何选择?	218
299. 提高齿圈径向跳动测量精度的措施是什么?	220
300. 如何确定齿圈径向跳动的测量位置?	220
301. 怎样处理齿圈径向跳动的测量结果?	220
302. 怎样计算齿圈径向跳动的测量不确定度?	221

(八) 齿厚测量

303. 测量齿厚的方法有几种?	221
304. 为什么要测量齿厚?	221
305. 为什么不以分度圆弧齿厚为依据来评定齿厚偏差?	222
306. 怎样计算任意圆上弧齿厚?	222
307. 怎样计算分度圆弦齿厚?	223
308. 怎样计算固定弦齿厚?	224
309. 齿厚测量仪器有哪些?	227
310. 如何用齿厚卡尺测量齿厚?	227
311. 为什么测量固定弦齿厚有实用价值?	228
312. 用公法线平均长度偏差代替分度圆齿厚偏差测量有什么优点?	228
313. 如何用影像法测量分度圆弦齿厚?	229
314. 何谓齿轮的跨球(圆柱)尺寸偏差?	229
315. 怎样计算齿轮的跨球(圆柱)尺寸 M_d 值?	229
316. 怎样确定跨球(圆柱)的直径尺寸?	231
317. 如何对计入侧隙允许偏差的跨球(圆柱)尺寸进行测量?	232
318. 怎样由跨球(圆柱)尺寸偏差 ΔM_d 求出齿厚偏差 Δf_s ?	232
319. 如何测量双啮中心距偏差?	233
320. 齿厚偏差测量应该注意什么问题?	233
321. 如何对齿厚偏差测量结果进行处理?	233
322. 如何计算齿厚偏差的测量不确定度?	233

(九) 接触线测量

323. 什么是接触线,它反映齿轮什么误差?	234
324. 接触线误差测量方法有几种?	234
325. 接触线误差测量原理是什么?	234
326. 标准轨迹测量法的测量原理是什么?	235



327. 如何用齿轮量仪测量接触线误差?	235
328. 如何用万能工具显微镜测量接触线误差?	236
329. 接触线测量时应注意什么问题?	236
330. 如何对接触线误差测量结果进行处理?	236
331. 如何确定接触线误差值的最终结果?	237
332. 如何计算接触线的测量不确定度?	237

(十) 轴向齿距测量

333. 怎样测量轴向齿距偏差?	237
334. 轴向齿距测量原理是什么?	238
335. 轴向齿距测量时应注意什么问题?	239
336. 如何对轴向齿距测量结果进行处理?	239
337. 举例说明直接法测量轴向齿距偏差的数据处理。	239
338. 如何计算轴向齿距测量不确定度?	240

五、圆柱齿轮综合测量

339. 齿轮的综合测量所能测量的误差有哪些?	241
340. 单面啮合测量原理是什么?	241
341. 单啮测量宜采用什么测量元件,为什么?	241
342. 单啮测量的特点是什么?	242
343. 单啮测量项目、方法和仪器有哪些?	242
344. 切向综合总偏差(F'_{α})定义中的“测量齿轮”指的是什么?	242
345. 切向综合总偏差(F'_{α})定义中的“当被检齿轮旋转一整圈后,实际的和理论的 圆周位移(在分度圆上)的最大差值”是什么意思?	243
346. 啮合法的测量原理是什么?	243
347. 坐标法测量原理是什么?	243
348. 怎样检测齿轮切向综合偏差?	244
349. 单啮测量注意什么问题?	244
350. 何谓单啮仪,它是如何分类的?	245
351. 机械式单啮仪的工作原理是什么?	245
352. 光栅式单啮仪的测量原理是什么?	245
353. 如何处理单啮记录曲线?	246
354. 如何计算切向综合偏差的测量不确定度?	246
355. 如何计算一齿切向综合偏差的测量不确定度?	247
356. 如何对切向综合偏差的测量结果进行处理?	248
357. 双面啮合测量的特点是什么?	249

358. 双面啮合测量原理是什么?	249
359. 双啮测量评定项目是什么?	250
360. 双啮测量宜采用什么标准元件,为什么?	251
361. 双啮测量方法及测量仪器有哪些?	251
362. 直接法的测量原理是什么?	252
363. 间接法测量原理是什么?	252
364. 双面啮合综合检查仪的测量步骤是什么?	252
365. 双啮综合测量注意什么问题?	254
366. 如何计算双啮测量径向综合偏差的测量不确定度?	254
367. 如何计算一齿径向综合偏差的测量不确定度?	254
368. 如何对双啮测量结果进行处理?	255

六、齿轮整体误差测量

369. 什么是齿轮整体误差?	256
370. 何谓齿轮整体误差测量?	256
371. 齿轮整体误差测量较单啮综合测量有什么重大突破?	256
372. 整体误差测量方法有几种,有何特点?	257
373. 齿轮整体误差的测量原理是什么?	258
374. 什么是单项误差人工重叠法?	258
375. 何谓间齿测量法,其测量原理是什么?	259
376. 啮合法的测量原理是什么?	260
377. 坐标法测量原理是什么?	260
378. 整体误差测量仪器有哪些?	260
379. 整体误差测量应注意什么问题?	260
380. 何谓整体误差曲线,研究其目的何在?	262
381. 整体误差曲线有几类,如何选用?	262
382. 齿廓运动误差曲线是怎样形成的,其由哪几部分所组成?	263
383. 如何在齿形运动误差曲线上确定齿形误差曲线的顶点和根点?	264
384. 整体误差曲线图有几种?	264
385. 如何对截面整体误差曲线进行分析?	265
386. 在JZ曲线圆形图上读取齿轮误差的方法是什么?	266
387. 在JZ曲线长形图上读取齿轮误差的方法是什么?	268
388. SJZ曲线能取得哪些齿轮误差,如何读取 ΔF_r ?	268
389. QZ曲线和SQZ曲线各能取得哪些齿轮误差,如何读取 $\Delta F'_i$ 、 $\Delta f'_i$ 、 ΔF_β 、 ΔF_b 和 ΔF_{px} ?	269
390. 如何计算齿轮整体误差的测量不确定度?	270