

齒輪減速機之設計製圖

須藤敏男著
張兆豐 譯

臺隆書店

科技叢書 5

齒輪減速機之設計製圖

須藤敏男 著

張兆豐 譯

臺隆書店出版

齒輪減速機之設計製圖

定價新臺幣200元

中華民國71年2月20日初版發行

著者 須藤敏男 譯者 張兆豐

出版者 臺隆書店 地址：臺北市衡陽路75號 郵政劃撥帳戶12935號

發行人 張宗河 地址：臺北市衡陽路75號 電話：3314807-3113914號

印刷者 立辰印刷打字有限公司

有版權

登記證：行政院新聞局局版臺業字第983號

序 文

自日本經濟發展突飛猛進後，各種產業亦隨之愈形高度化合理化，因此使廣泛使用之齒輪減速機之任務更為重要。於是刺激齒輪減速機之生產與優秀產品之陸續出現，對生產之增進其貢獻却不小。但是以多種機械元件所構成之齒輪減速機，在技術上仍包含着許多問題。總之產業界均迫切期待，除加強研究齒輪減速機之發展外，且設法樹立設計製圖之卓絕成就。

如今各種齒輪減速機已廣為使用，若就節約能源之觀點而言，莫不盼望大量生產高效率之齒輪減速機。況且無數之齒輪減速機從事於生產，由提高技術而能減低成本，則在國計民生上獲益不淺。尤其具備機械三要素之齒輪、軸、軸承之齒輪減速機，却屬機械設計之基本。將此基本之各項，在設計製圖上能否徹底了解，當與齒輪減速機之良否有重大關係。

最近齒輪減速機有不斷的進步及改良，不但提高精度，其構造亦有輕重化之趨勢。此皆因良質之材料，加工法之進步，精細之設計有以致之。本書以齒輪減速機為中心，從事設計製圖之研究，不僅對齒輪減速機設計人員，而且使用減速機之技術人員以及大學工業系暨工專之年青學員作為參考書，對齒輪減速機更有徹底之了解，又搜集參考資料如能繪製合理之齒輪減速機之設計製圖，則求之不得。

倘發現本書有不完備或錯誤之處，希不吝指正及批評。最後本書之出版多承 Power 出版社社長原田 守氏鼎力協助，本人在此謹表謝忱。

著 者

目 錄

第一章 概 論

1.1 減速裝置與減速機論	1
1.1.1 減速裝置之形式	1
1.2 齒輪減速機之種類與名稱	2
1.2.1 依齒輪箱形式之名稱	2
1.2.2 依齒輪形式之名稱	5
1.3 齒輪減速機之設計指引	8
1.3.1 關於設計計算之事前調查事項	9
1.3.2 齒輪減速機之設計順序	10
1.3.3 計算順序與有關規格	10
1.3.4 齒輪減速機設計指引10則	12

第二章 基本部分之計算

2.1 強度計算法	14
2.1.1 動負荷係數 (Service factor)	14
2.1.2 設計動力與動負荷係數	15
2.1.3 齒輪減速機之使用材料	16
2.1.4 齒輪材料之熱處理	18
2.1.5 齒輪減速機之許用應力	21
2.2 機械部分之效率	22
2.3 漸開線齒輪齒形之規格	24
2.4 模數之選法	25
2.4.1 齒輪之齒面寬	28
2.4.2 餘隙 C 之選定	30
2.4.3 齒輪記號	32

2 目 錄

2.5 齒輪減速機之要素	34
2.5.1 齒輪之選擇方法	34
2.5.2 減速比	36
2.5.3 對各級減速比與總減速比之分配	38
2.5.4 齒輪減速機之中心距離	41
2.5.5 齒輪中心距離之精度	44

第三章 關於設計課題

課題之計算 [1]	47
-------------	----

第四章 輪齒之基本計算

4.1 輪齒之強度計算	50
4.1.1 抗彎強度計算式	50
4.2 劉易斯氏 (Lewis) 之計算法	51
課題之計算 [2]	54
4.3 根據 DIN 3990 暫定規格之計算式	57
4.3.1 抗彎應力 σ_b 之計算	58
4.3.2 齒形係數	59
4.3.3 有效齒根圓上之齒厚	60
4.3.4 嚙合媒介係數	61
4.3.5 嚙合率 ϵ	61
4.4 Niemann 之抗彎強度計算式	63
4.5 面壓強度	71
4.6 正齒輪及螺旋齒輪之齒面負荷容量之計算	72
4.7 關於正齒輪之強度計算	76
4.8 正齒輪之構造	76
4.8.1 齒輪用材料	76
4.8.2 一枚腹板 (Web) 之圓筒齒輪之構造	82

4.8.3	小齒輪之孔徑	84
4.8.4	齒數之選定	85
4.8.5	標準數之適用	86
4.9	移位齒輪	86
4.9.1	何謂移位齒輪	86
4.9.2	移位係數	89
4.9.3	移位齒輪之優點與缺點	92
4.9.4	關於輪齒之清角	93
4.9.5	移位齒輪之最多使用方法	96
	課題之計算 [3]	100
•4.10	螺旋齒輪	104
4.10.1	螺旋齒形與尺寸	104
4.10.2	扭轉角及相當正齒輪齒數	104
4.10.3	螺旋齒輪最小齒數	107
4.10.4	螺旋齒輪之強度計算	108
4.10.5	螺旋齒輪之面壓強度	109
	課題之計算 [4]	109
4.11	斜齒輪	114
4.11.1	直齒斜齒輪之各部尺寸	115
4.11.2	直齒斜齒輪之強度計算	115
4.11.3	齒面強度	118
4.11.4	斜齒輪之齒根強度之計算	118
4.11.5	斜齒輪之齒面強度之計算	122
	例題之計算	123
4.12	蝸輪	128
4.12.1	作用於蝸輪之力	130
4.12.2	圓筒蝸桿之規格	131
4.12.3	蝸輪之強度計算	135

4 目 錄

例題之計算	137
4.13 行星齒輪	140
4.13.1 減速機構	142
4.13.2 減速比之理論	142
課題之計算 [5]	145

第五章 軸

5.1 軸之材料	147
5.2 軸之基本計算	147
5.3 關於軸徑之計算法	149
5.4 轉動軸之徑	153
5.4.1 轉動軸之高度	154
5.5 軸之撓曲	156
5.5.1 軸之扭轉	157
5.6 軸之凹口	157
5.6.1 機械部分之內圓角及去角	158
5.7 依軸之疲勞強度之計算	159
課題之計算 [6]	163

第六章 軸聯結器

6.1 撓性軸聯結器	168
6.1.1 聯結螺栓之強度計算	169
6.2 JIS 凸緣型撓性軸聯結器	169
6.3 凸緣型固定軸聯結器	170
6.4 齒輪式聯結器	175
6.5 流體聯結器	176
6.6 其他之軸聯結器	179
6.6.1 鏈條聯結器	179

6.6.2 粉末聯結器	180
-------------	-----

第七章 鍵

7.1 鍵之計算	182
7.2 關於鍵之 JIS 規格	183
7.3 鍵槽對軸之影響	188
7.4 方栓槽	189
課題之計算 [7]	194

第八章 滾動軸承

8.1 滾動軸承之選法	196
8.2 滾動軸承之負荷計算	199
8.2.1 靜負荷容量	199
8.2.2 軸承負荷	200
8.2.3 齒輪傳動之軸承	201
8.2.4 作用於正齒輪軸之力	201
8.2.5 螺旋齒輪之軸承負荷	202
8.3 相當負荷之計算	203
8.3.1 相當徑向負荷	203
8.3.2 相當推力負荷	204
8.4 滾動軸承之壽命計算	206
課題之計算 [8]	209

第九章 齒輪箱

9.1 關於齒輪箱	213
9.2 鑄鐵製齒輪箱	213
9.2.1 齒輪箱之壁厚	214
9.3 鋼板製齒輪箱	219

6 目 錄

9.4 阻油方法	221
9.4.1 油封AK形	221
9.4.2 油封MG形	225
9.4.3 油封ZF形	227

第十章 齒輪油

10.1 齒輪減速機之潤滑油	230
10.2 給油方式	233
10.2.1 飛濺給油方式	234
10.2.2 強制給油方式	234
10.2.3 其他之注意	234
10.3 齒輪油之溫度上升限度	235

第十一章 齒輪之精度與檢查

11.1 齒輪之精度	236
11.1.1 用語之意義	236
11.2 齒輪之等級	237
11.2.1 齒輪等級之選法	238
11.3 齒隙 (Back-lash)	254
11.4 跨距齒厚	263
11.5 弦線齒厚之測定 (Chordal thickness)	264

第十二章 齒車減速機10KW計算例

12.1 抗彎強度之計算式	269
12.2 齒面強度之計算	274
12.3 軸徑計算	278
12.4 軸承之計算	283
12.5 計算實例之結論	286

第一章 概 論

1.1 減速製置與減速機論

減速機係減速裝置中之一種，組合一連串之齒輪裝置與機械元件之軸、軸承等所構成，而且具有獨立性減速裝置之機能，茲將齒輪減速裝置之減速機應稱為齒輪減速機，但是一般稱為減速機者，可認為即指齒輪減速機。

1.1.1 減速裝置之形成

減速裝置一般兼備傳動裝置，隨機械之歷史一直利用迄今，今後其利用仍然有增而無減之趨勢。關於減速裝置之形式有以下數種。

- (1) 索繩減速裝置
- (2) 皮帶（平皮帶、三角皮帶、鋼帶）減速裝置
- (3) 鏈條減速裝置
- (4) 磨擦圓盤減速裝置
- (5) 流體減速裝置
- (6) 齒輪減速裝置
- (7) 內轉跡線（擺線）Hypotrochoid (Cycloid)⁽¹⁾

各種減速裝置雖如上述，但是各種減速裝置各有其特質。以上各種減速裝置中，關於效率、機能、操作，又將動力能確實傳遞，而具最安定之動力傳動及減速機構者，却以齒輪減速裝置為最合乎其目的。其原因在對齒輪之信賴及悠久之歷史，良質之材料，齒形之形式，加工精度之高度化等，又難以否認以上各事項之研究開發有以致之。

(1) Hypotrochoid (Cycloid) 減速機應屬於齒輪減速機之學說。

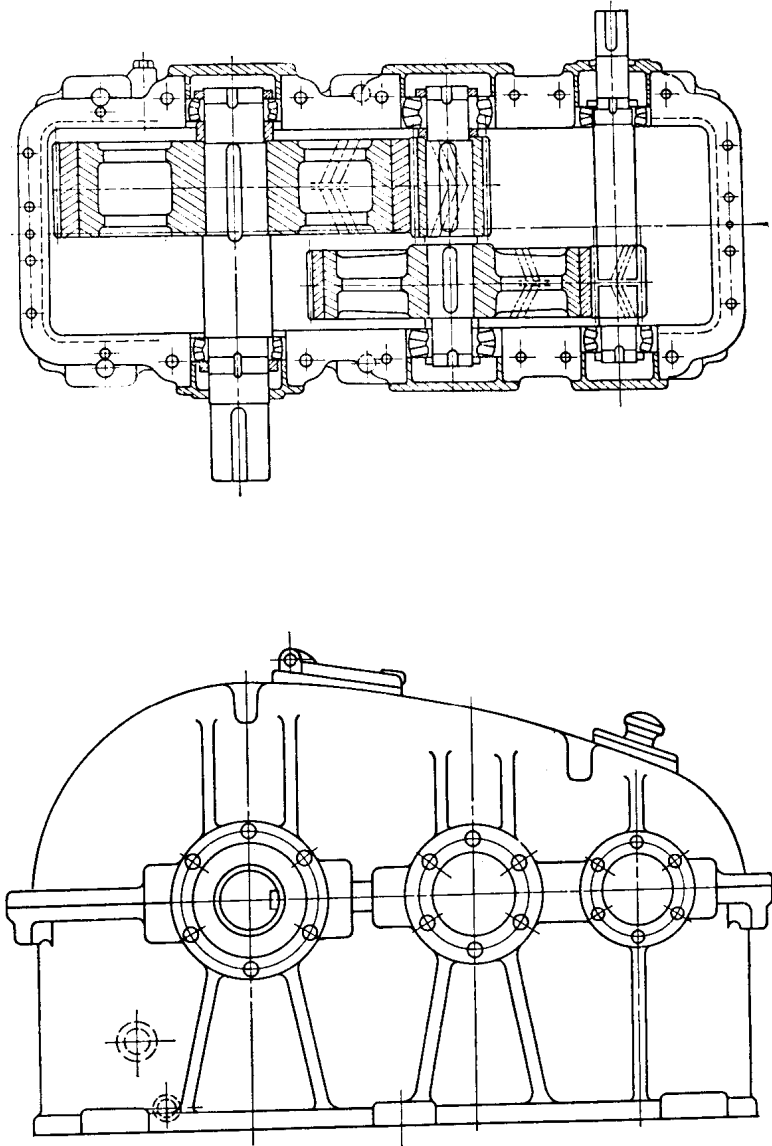
如今所謂減速機者即指齒輪減速裝置進而指為齒輪減速機。將齒輪減速機簡稱為減速機暢通無阻亦不足為奇。其原因在齒輪強度計算之正確化以及齒輪製作之大進步，使磨擦損失僅達1%左右之理由亦不可埋沒。將各種技術問題設法逐漸予以解決，俾能適合各種使用目的，應致力增加減速機更多之利用價值。

1.2 齒輪減速機之種類與名稱

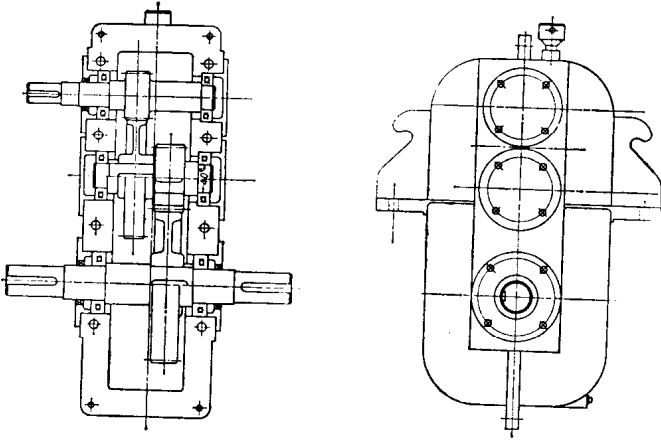
齒輪減速機如前述組合齒輪、軸、軸承等機械元件，除具減速機能外却屬於動力傳動裝置。減速機受動力之供給，經過減速程序，其目的非將一定轉數及扭矩，由輸出軸傳動至從動機械不可，關於齒輪減速機之種類，根據工作目的有各種形狀，其運動方式也不同其名稱由形態各有適當之稱呼，但是却以說明其構造型名稱為宜。齒輪減速機既有各種分類方式。有齒輪箱形式、齒形形式、機構形式等，其名稱尚無定案。其種類，其名稱如前述將種類應以說明其構造方式加以分類，再附以一般名稱之齒輪箱形式為合理。

1.2.1 依齒輪箱形式之名稱

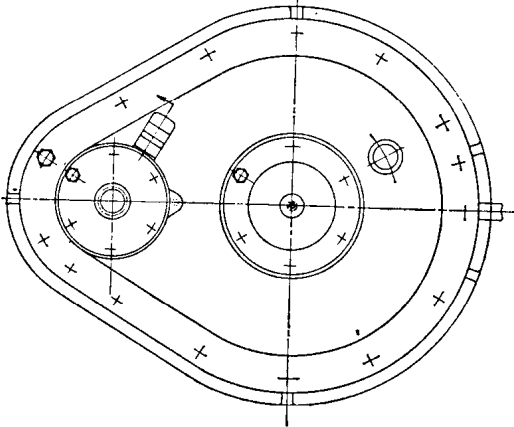
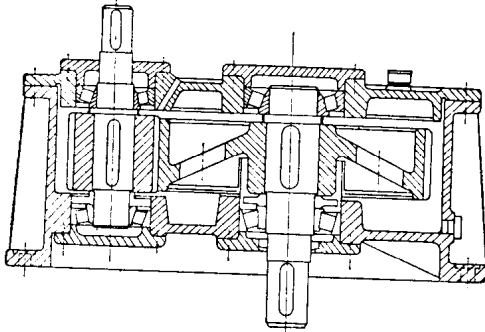
- (1) 臥式齒輪減速機
- (2) 立式齒輪減速機
- (3) 軸直角形齒輪減速機
- (4) 蝸桿減速機



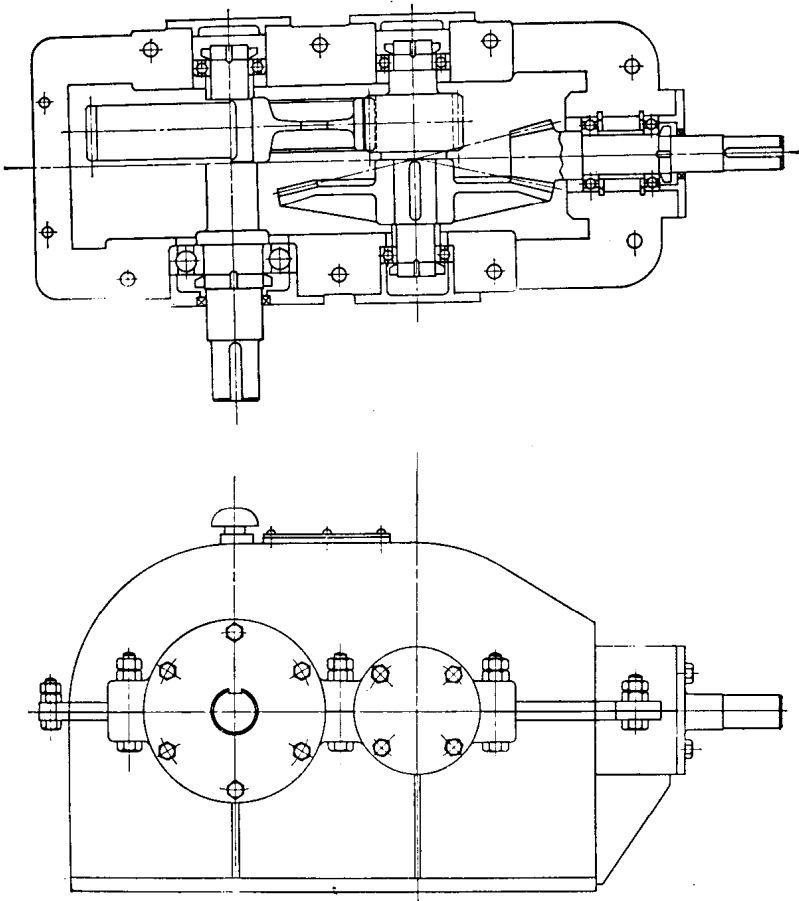
第1.1圖 臥式2級減速機



第 1.2 圖 立式減速機 (平形立式)



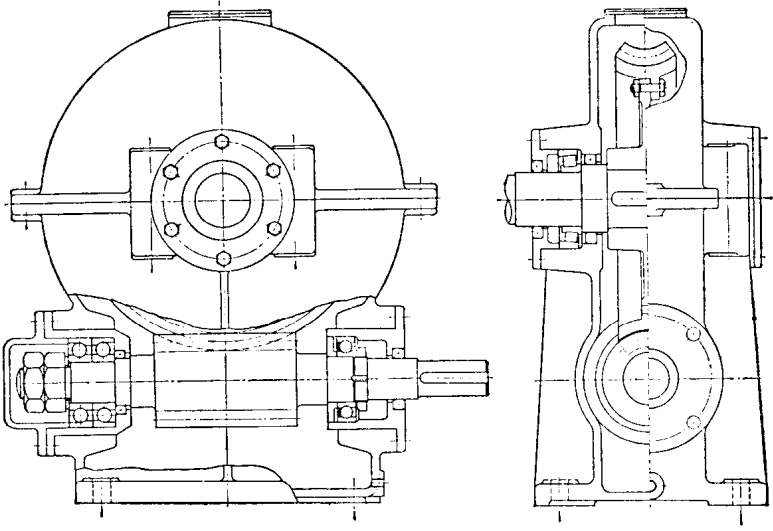
第 1.3 圖
立式減速機
(水平立式)



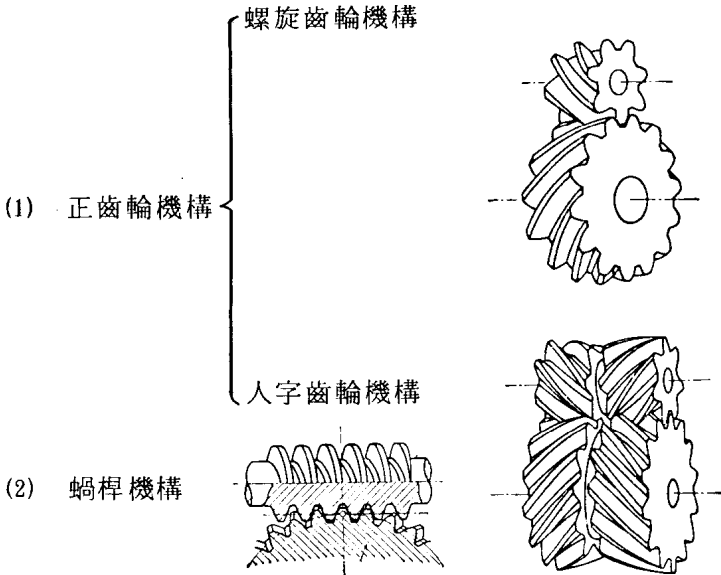
第 1.4 圖 軸直角形齒輪減速機

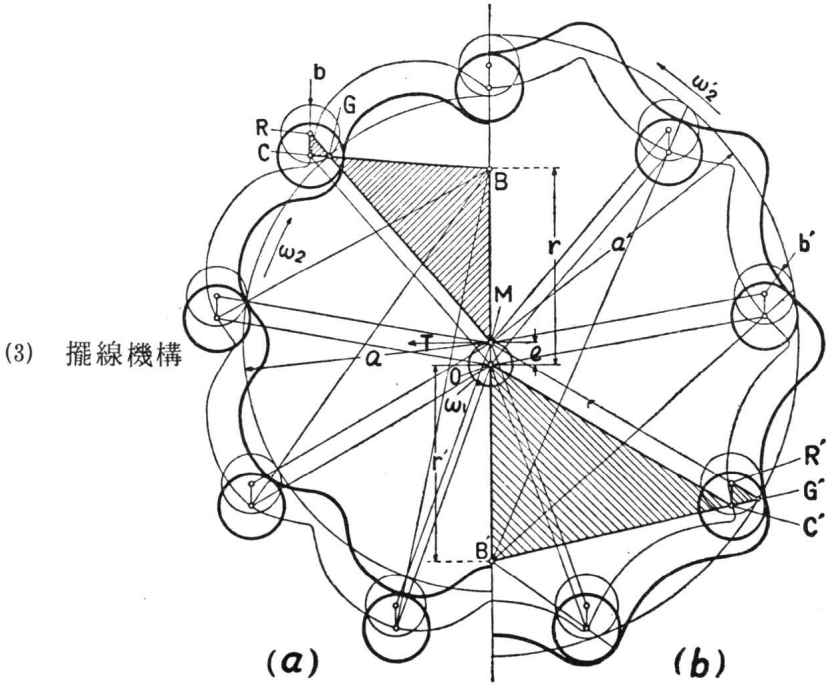
1.2.2 依齒輪形式之名稱

由齒輪減速機內部所使用之齒輪形式予以分類，則如下圖。

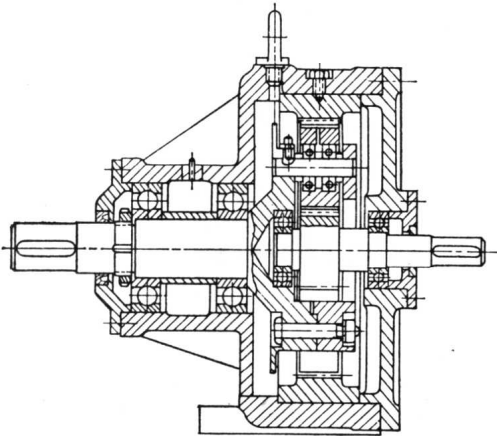


第 1.5 圖 蝸輪減速機

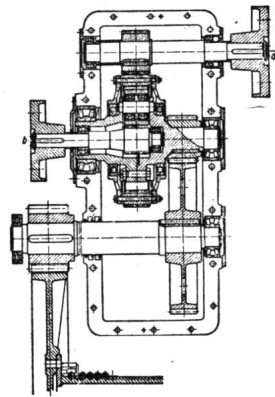




名稱除依齒輪之形式外，亦有依組合機構之稱呼。例如行星齒輪減速機、差動齒輪裝置減速機、擺線減速機等。



第 1.6 圖 行星齒輪減速機



第 1.7 圖 差動裝置減速機