

球輓車軸承

—理論·設計·應用—

董太猷編著

大東書局出版



球 軛 車 軸 承

—理論·設計·應用—

董 太 蘇 編 著
薛 宗 柏 校 閱

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

大 東 書 局 出 版

球輓軸承 (理論、設計、應用) 內容提要

球輓軸承在近代機械設計中佔有相當重要的地位，但其運動原理、類型、性能等，在一般機工書籍上過去很少有系統性的論述和全面性的介紹。因此，本書作者特蒐集了這類專門書籍，及其多年從事球輓軸承研究和應用設計上的經驗而編著。本書由運動原理、接觸關係及各類軸承之性能，從而導出球輓軸承在機械設計上的具體方案。書末附有各型軸承的尺寸、編號及載荷等表。本書宜作為大專機械系有關課程的主要參考書，也是機械工程界在設計和修造上的日常參考資料。

球輓軸承

書號：5119

編 著 者	董 太 蘇
校 閱 者	薛 宗 柏
出 版 者	大 東 書 局 上海福州路 310 號
印 刷 者	導 文 印 刷 所 上海威海衛路 357 弄

35 開 222 印刷頁 330,000 字 定價 30,000 元

一九五四年四月初版

(0001—2000)

上海市書刊出版業營業許可證出 043 號

上海市書刊發行業營業許可證發 061 號

自 序

球輓軸承不僅是機械結構中的一個重要原件，而且對近代機械設計趨向高速——精密——堅強——經濟等方面的發展，是起着決定性的作用的。

雖然，球輓軸承本身的構造非常簡單，但其在設計上的理論根據、製造上的精確程度和應用上的性能細節，則不是一般機械設計書籍所能盡述的。它已漸漸地發展成爲一種專門的學科，所有的問題自非一般綜合性的書籍所能容納了。但這些問題幾乎是每一個機械工程師（以及與機械工程中之軸承方面有關的技術人員）都希望能夠深入瞭解的。所惜有關這方面的書籍比較的少，在中文方面尤少專論，作者特蒐集若干書籍與資料，編作是書，備供參考。

本書內容原擬理論與實用（尤注意於多舉設計上的實例）並重，但由於球輓軸承本身設計上的理論，對一般機械設計工程師來講，其關係比較來得小；所以本此原則，將這些理論上的問題共同合併於第一章內，作一概要的引述。內容雖然簡略，但對軸承本身設計方面的瞭解，是會起着一定作用的。

除第二章係作各型軸承在功能上的介紹外，第三至第五等三章則偏重於軸承機構的技術設計。第六、七等二章則以敘述拆裝工作的注意要點和損壞原因爲主。這樣的編制，使得全書的重心比較集中於技術設計方面，俾機械設計者多得一些參考資料，這就是本書的一個主要目的。附錄裏的各種附表，對於日常的查考工作是很有幫助的，已列有蘇聯國家標準的球輓軸承編號以供參考，並和SKF編號作對照。

由於作者學識淺陋，本書定多謬誤之處，尚乞學者專家給以指正爲盼。

董太蘇 一九五三年十月。上海。

目 錄

第一章 球軛軸承之原理	1
一、基本作用	1
1. 滾行與滑行二種軸承之比較 2. 滾行軸承之基本結構	
二、運動原理	12
1. 直線滾行運動 2. 簡單式抗推球軸承之運動原理 3. 複式(差動式)抗推球軸承之運動原理 4. 單排輻射球軸承之運動原理 5. 單排角接觸式輻射球軸承之運動原理 6. 輻射錐柱軛軸承之運動原理 7. 角接觸式輻射球軸承中之旋錐問題 8. 抗推軸承之旋錐問題	
三、彈性變形及力學簡論	22
1. 材料之彈性及變形 2. 斯脫利倍克氏實驗工作 3. 輻射軸承中之載荷分佈 4. 斯氏之載荷能量方程式 5. 派爾軛蘭氏方程式 6. 載荷定率及壽命 7. 靜力載荷能量 8. 當量載荷 9. 摩擦來源 10. 摩擦轉矩 11. 離心力 12. 速度限制	
四、接觸條件	58
1. 跑道曲面半徑之比率 2. 輻射軸承直徑的及軸向的鬆動率 3. 軸承之偏撓率	
第二章 軸承之分類型式及其公差標準	67
一、總說	67
二、球軸承	68
1. 單排輻射球軸承 2. 嵌口式單排輻射球軸承 3. 單排角接觸式輻射球軸承 4. 單排覆合式輻射球軸承 5. 雙排剛性輻射球軸承 6. 雙排自動準線輻射球軸承 7. 非常用形式之輻射球軸承 8. 單排抗推球軸承 9. 非正常形式的單排抗推球軸承 10. 雙排抗推球軸承	

11. 輻射的和抗推的小型球軸承	
三、輓軸承	91
1. 單排圓柱輻射輓軸承 2. 長輓軸承 3. 針輓軸承 4. 錐柱輓軸承 5. 雙排自動準線輓軸承 6. 非常用形式之輻射輓軸承 7. 抗推輓軸承	
四、公差標準	106
1. 內徑(孔徑) 2. 外徑 3. 圈之闊度 4. 圈面間之不平率 5. 跑道在軸承中分線上之位置 6. 內圈偏心率 7. 外圈偏心率 8. 內圈之邊擺動 9. 內圈跑道擺動率 10. 外圈跑道擺動率 11. 單動作抗推軸承之高度 12. 抗推軸承球跑道之偏心率 13. 抗推軸承之跑道擺動率 14. 直徑或軸心鬆動率 15. 圓角	
五、製造或驗收時之檢驗項目	113
1. 滾行體 2. 內圈 3. 抗推球軸承 4. 隔籬 5. 表面精度 6. 材料與硬度 7. 整體檢驗	
第三章 軸樞與殼座設計及其配合關係	118
一、軸承之選擇	118
1. 前提條件 2. 依據載荷而選擇軸承 3. 依據速度而選擇軸承 4. 依據配合、裝置和維護等關係而選擇軸承 5. 依據尺寸而選擇軸承 6. 依據鬆動率而選擇軸承 7. 尺寸及運轉精度符號	
二、軸體之力能計算	128
1. 概要 2. 扭轉力矩普通公式 3. 圓形實心軸之扭轉偏撓公式 4. 軸之力能 5. 軸之扭轉偏撓限度 6. 軸之準線偏撓限度 7. 綜合性力能的軸徑之決定 8. 空心軸	
三、軸樞部份	136
1. 軸樞之幾何形式 2. 圓角 3. 鎖緊螺母之螺旋 4. 軸樞與其肩面間之若干注意點 5. 軸樞之肩部 6. 便利拆卸工作的設計 7. 低軸肩之補救 8. 移動性軸肩 9. 夾緊軸承時之精確要求 10. 定位及夾緊方法 11. 軸樞套筒之應用	

四、殼座部份	152
1. 殼座之重要性 2. 殼座的質量 3. 殼座孔之精度 4. 輕金屬製殼座 5. 震動性載荷對於殼座之影響 6. 彈簧預荷式殼座設計 7. 軸承與殼座之圓角半徑及肩部高度 8. 邊肩式軸承 9. 墊肩 10. 在殼座孔內的嵌鑲環 11. 殼座蓋 12. 蓋頭螺栓孔的位置 13. 蓋頭之同心關係 14. 鋼板主體上之殼座 15. 鑲裝式殼座 16. 覆合式殼座 17. 邊肩式軸承之夾緊方法 18. 殼座與蓋頭二平面間之隙 19. 軸承墊管 20. 殼座內之透氣問題	
五、配合關係	170
1. 概述 2. 運轉條件對於配合之關係 3. 錐孔式軸承之裝置 4. 選擇配合等級之實例 5. 壓入及拉出軸承所需之力能 6. 軸承之游轉問題	
六、預先載荷	200
1. 概要 2. 在預荷設計中的配合關係 3. 接觸角與預荷之關係 4. 預荷機構設計	
七、高度精確要求軸承機構之設計	211
八、拆裝對於設計上之影響	216
第四章 軸承機構之載荷計算	225
一、載荷、轉矩、及力能	225
1. 載荷之性質與來源 2. 馬力之輸入及轉矩 3. 傳動中之力能損失計算問題 4. 傳動帶之壓力 5. 離心力及慣性載荷 6. 推進器之平推載荷 7. 齒輪在工作時所造成的壓力	
二、軸承載荷之計算	232
1. 軸承上之反壓力 2. 軸承載荷之測定	
三、平行軸心齒輪軸承之載荷	239
1. 正齒輪機構 2. 多對系列的正齒輪機構 3. 內齒輪機構 4. 行星齒輪機構 5. 螺旋齒輪機構	
四、交叉軸心齒輪軸承之載荷	250

1. 普通斜齒輪機構 2. 螺旋齒斜齒輪機構 3. 歪軸螺旋齒斜齒輪機構 4. 蝸齒輪機構

五、變速器軸承之載荷..... 264

六、汽車車輪軸承之載荷..... 267

1. 前輪軸載荷概述 2. 在直路行駛時之前輪軸承載荷 3. 在彎路時之前輪軸承載荷 4. 輪軸之最高材料應力 5. 半浮式後輪軸及軸承之尺寸 6. $\frac{3}{4}$ 浮式後輪軸及軸承之尺寸 7. 全浮式後輪軸及軸承之尺寸 8. 各式後輪軸之應力數值表 9. 半浮式後輪軸承之載荷 10. $\frac{3}{4}$ 浮式後輪軸承之載荷 11. 全浮式後輪軸承之載荷

七、承受輻射載荷之軸承裝置..... 282

八、承受平推載荷之軸承裝置..... 288

1. 由輻射軸承承載的平推載荷 2. 由抗推軸承承載的平推載荷

第五章 護封、潤滑、冷卻 299

一、護封及潤滑設計..... 299

1. 概述 2. 自動護封式軸承 3. 接觸式護封設計 4. 間隙(迷宮)式護封設計 5. 用牛油作潤滑之護封設計 6. 用機油作潤滑之護封設計

二、潤滑劑..... 326

1. 潤滑作用 2. 牛油 3. 機油 4. 添換潤滑劑之時間

三、軸承溫度及冷卻方法..... 331

1. 熱之傳播 2. 軸承溫度 3. 冷卻設計

第六章 拆裝工作..... 339

一、直孔軸承之裝置..... 339

二、錐孔軸承之裝置..... 341

三、拆裝所用之工具..... 344

四、裝置時之注意事項	350
1. 清潔 2. 裝置時在軸承各部份之上油工作 3. 軸承之潤滑	
五、其他	352
1. 運轉試驗 2. 裝置記錄	
第七章 軸承之損傷及其原因	354
一、鱗片化	354
二、裂斷及破碎	355
三、陷穴及印痕	356
四、光斑	356
五、磨耗及游轉	357
六、麻點	357
七、銹爛	357
八、隔籠損傷	358
九、噪聲及高溫	358

附 錄

說 明

第 I-1 表	ISA標準各種輻射軸承界範尺寸表
第 I-2 表	雙排自動準線球軸承載荷能量表
第 I-3 表	單排深槽(無嵌球口)輻射球軸承載荷能量表
第 I-4 表	單排及雙排角接觸式球軸承載荷能量表
第 I-5 表	單排圓柱輻軸承載荷能量表
第 I-6 表	雙排自動準線球柱輻軸承載荷能量表
第 I-7 表	ISA標準錐柱輻軸承界範尺寸表
第 I-8 表	錐柱輻軸承載荷能量表
第 I-9 表	ISA標準單向及雙向平面抗推球軸承界範尺寸表
第 I-10 表	單向及雙向平面抗推球軸承載荷能量表
第 I-11 表	ISA單向斜角接觸平面抗推球柱輻軸承界範尺寸表
第 I-12 表	斜角接觸平面抗推球柱輻軸承載荷能量表

- 第 I-13 表 ISA 標準輻射類軸承界範尺寸總表
- 第 I-14 表 ISA 標準錐柱輓軸承界範尺寸總表
- 第 I-15 表 ISA 標準單向平面抗推球軸承界範尺寸總表
- 第 I-16 表 軸樞肩底圓角半徑表
- 第 I-17 表 錐柱輓軸承之軸肩尺寸規範表
- 第 II-1 表 工人牌及SKF牌雙排自動準線輻射球軸承編號表
- 第 II-2 表 工人牌及SKF牌雙排自動準線輻射球軸承連同活套編號表
- 第 II-3 表 工人牌及SKF牌小型雙排自動準線球軸承編號表
- 第 II-4 表 工人牌及SKF牌單排深槽輻射球軸承編號表
- 第 II-5 表 工人牌及SKF牌單排及雙排角接觸式球軸承編號表
- 第 II-6 表 工人牌及SKF牌雙排自動準線柱輓軸承編號表
- 第 II-7 表 工人牌及SKF牌單排圓柱輓軸承編號表
- 第 II-8 表 工人牌及SKF牌錐柱輓軸承編號表
- 第 II-9 表 工人牌及SKF牌平底平面抗推球軸承編號表
- 第 II-10 表 球座單向抗推球軸承詳要尺寸(SKF)表
- 第 II-11 表 球座雙向抗推球軸承詳要尺寸(SKF)表
- 第 II-12 表 SKF牌斜角接觸平面抗推球柱輓軸承編號表
- 第 II-13 表 覆合式軸承殼座尺寸編號(SKF)表
- 第 II-14 表 雙向球座抗推球軸承殼座尺寸規範(SKF)表
- 第 III-1 表 蘇聯國家標準(ГОСТ)軸承編號與SKF牌若干編號對照表
- 第 III-2 表 球之排列個數計算表
- 第 III-3 表 鋼球重量表
- 第 IV-1 表 公厘—英吋/英吋—公厘換算表
- 第 IV-2 表 分數英吋—公厘換算表
- 第 IV-3 表 公斤—磅/磅—公斤換算表
- 第 IV-4 表 公制—英制單位壓力換算表
- 第 IV-5 表 攝氏—華氏溫度換算表

第一章 球軛軸承之原理

一、基本作用

1. 滾行與滑行二種軸承之比較

任何機械的運動對中之磨損問題，為整個機械問題中的一個最大而最引人注重的問題，因不論來自任何原因而使軸承遭受磨損時，它必損害及機器的壽命和準確性。

由於磨損是來自運動的成果，而運動又需要有軸承（不論是平面的或圓面的）作為其實體的張本，使運動對能彼此互相握持和定位；因此，設計者必須想盡方法以減小軸承中之磨損率，亦即追求和研究如何來增長機器的有效使用壽命和維持較長時期的準確性。在機械設計者的工作原則中，軸承的壽命亦即整部機器的壽命。

用來握持旋轉軸的軸承，依其方法的不同，可分為液動潤滑性的滑行接觸軸承和金屬與金屬直接接觸的滾行接觸軸承。

在整個機械工程的歷史發展過程中，滑行軸承（或稱液動性潤滑軸承^①）曾居於相當重要的地位，就是在今日滾行軸承已被應用於極大部份的機械設計中，但滑行軸承仍未失去其原有的價值，只不過應用的場面有所縮小而已；本此原因，所以在未講及球軛的滾行軸承之前，宜先將滑行軸承作一簡單的分析和介紹，從而方能瞭解滾行軸承的原理和內容。

當滑行軸承在握持軸樞的配合關係中，在二者之間必須留出若干輻射形或環帶形的空間以容納潤滑表面用的油液，不使金屬與金屬發

① Hydrodynamic

生直接的接觸，和備作因軸樞和軸承在溫度增高材料發脹而有所容納之處等用途。在如此配合關係之下，當軸樞靜止不動時，軸體的全部重量即行下墜，將油膜壓斷，變成金屬與金屬的直接接觸如圖 1-1 之 (a)

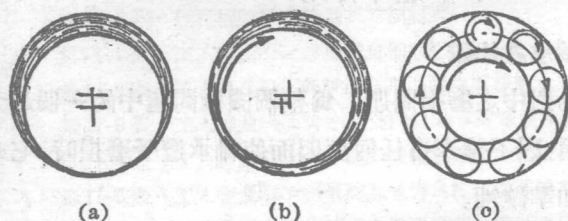


圖 1-1 滑行與滾行二種軸承之不同作業

所示。靜止之時期愈長，則類此接觸亦愈緊固。但當軸樞開始重行旋轉時，油液隨旋轉表面的凝

附而進入直接受壓面，並逐漸升高，造成一個支持載荷的油膜帶，使原先相接的二個金屬表面分離，而將旋轉中的軸樞懸浮於油膜帶中，如圖 1-1 之 (b) 所示者。但此一油膜帶必須經相當的旋轉時間後，方能漸漸增高起來，在未增高前，軸承與軸樞表面間由於直接接觸關係，旋轉時的摩擦是相當之大，始動時尤甚，故磨耗率亦特大。

支持載荷油膜帶厚度之變異，非但加速金屬表面之磨耗，而且亦因此而使軸的軸心失去一個確定的中心位置，時時處於動盪浮懸之中；因此對於附載於軸上的機件，如齒輪和凸輪等等，亦必直接或簡接地受其影響而招致磨損，同時亦影響及確定的中心位置之建立。為設法使軸心能有確定位置起見，往往將滑行軸承的內部間隙定得非常之小，並增加潤滑條件；此一辦法在工具機的主軸承方面尤多用之。中心不定之弊，雖能有部份改進，但因摩擦加重，耗力亦多。當滑行軸承在重大載荷工作之下，其軸心往往是偏於一邊的，壓斷油膜帶，在工作中亦是保持着金屬與金屬互相刮摩的狀態。受壓面積是隨內部間隙的大小而定，間隙愈大，則接觸的弧面愈短，因此接觸面積亦愈小，受損機會亦特甚。滑行軸承的表面精度和硬度對磨耗均有着一一定的關係；但要長期保持高度

的精度，由於不斷的長期接觸刮磨作用，那是很困難的，以致造成精度愈差，磨耗亦愈甚的因果關係。

如能改用間接配合——即軸樞與軸承並不直接的作接觸，而是在二者之間，留出一定寬度的輻射形空間，容納若干個旋轉體來作為運動的媒介，如圖 1-1 之 (c) 所示，則以上所述的缺點和磨損均可大大地減低，甚至完全去除無遺。而且滑行式軸承，在用久之後，軸承孔與軸樞面二者均被磨損，如果中途潤滑不足，立即發熱，表面將起嚴重的摩擦毛痕。但滾行軸承因構造特殊，在久用之後縱有磨耗，被磨者僅是軸承本身的內部，對於機體的殼座和軸樞極少影響。

滾行軸承的基本原理是在一動一靜的內外二圈中間，嵌有若干粒分隔開的滾行體——球或軛，除用滾行體來支持內外二圈於一定的同心關係外，並且利用它來作為動靜二圈在工作時發生相對滾行運動的媒介物，使內外二圈雖有運動但無滑行的關係存在。內外二圈與滾行體中間固然需要有油液來作表面潤滑，但其目的是與滑行軸承之利用油液來支持載荷，並使二者表面不直接接觸的作用是完全不同的。因滾行軸承在運動上是完全而且絕對的金屬與金屬的直接接觸，非但不需要特地造起油膜帶來支持載荷，而且原留於滾行體及跑道表面上的油膜，亦將被滾過的滾行體所軛壓而擠出，僅留有一層非常薄的油膜來作跑道和隔籠表面上所需要的潤滑而已。這並不是說在滾行軸承中的潤滑問題是不足重視的，相反的潤滑問題在滾行軸承中還是設計上的一個極大的問題，關係到軸承的壽命非常之鉅，這將在以後的第五章內詳論之。在此所講的，只不過是在說明潤滑問題對於滑行和滾行二種軸承中的不同作用而已。

雖然每個滾行體的接觸面積甚小，但在有良好內部間隙的滾行軸承中，它的全部滾行體在相同載荷下，所能擔負的壓力，是大於滑行軸

承中的連續油膜帶所能勝任的力能。而且由於不需要油膜帶的緣故，故滾行軸承並無像滑行軸承那樣，在每次初動時是有相當長時期的金屬直接滑行運動所造成的磨耗。

滾行軸承如有良好的設計和裝置，其始動摩擦是非常之低，一般講來僅是稍大於它的正常工作時的摩擦係數而已。但滑行軸承的始動摩擦則是非常之高，在重載荷下，其始動摩擦係數有高至 0.15 者。由於滾行軸承僅有非常低的始動摩擦，因此軸承的始動轉矩亦相對地降低，把所有的消耗於摩擦上的馬力，可以轉變用於有效的功能上，故滾行軸承已成為講究高速度的機械界所最廣用的軸承，凡機器之速度愈高，採用滾行軸承者亦愈多，例如飛機、坦克車、汽車、高速印刷機等在在皆是。非但高速度機器如此，就是呆重的鐵路機車和車輛的輪軸亦因節省有用馬力和縮短修理時間而大量採用滾行軸承了。

滾行軸承，一般是兼具可以承受輻射和平推二種載荷力能的，故在設計時是非但方便，而且還可簡化機構和縮短機構的長度，但機件的外徑則將較滑行軸承為大。

綜上所述，滾行軸承是較滑行軸承有着如下的諸項優點：

- (1) 因摩擦係數極低，故可節省總的運動力，並可提高速度。
- (2) 因始動摩擦阻力極低，故可在極短時間將速度由最低加至最高。
- (3) 結構簡單，所佔地位短小。
- (4) 在裝配時，毋需像滑行軸承所必要的刮配工作。
- (5) 如有良好的護封設備，可以不發生漏油。
- (6) 在若干設計中，軸承本身是有自動導線能力的，因此對軸心準線微有偏撓者，仍可不受影響工作。
- (7) 可使運動對能有一保持於接近絕對固定的中心位置。

(8) 自動潤滑，維持費用極低。

(9) 組成軸承的構件硬度高而一致，磨耗率極低。

當然，滾行軸承也是有它的缺點的，例如：不大適宜於有嚴重衝擊或突震的工作場合；成本高昂，報廢之後，毫無用處；不適宜於拐軸的用途上（這僅是指裝置上的困難所限制，實際上，內燃機拐軸極希望利用滾行軸承來進行運動）；一有損壞或鬆動，即難修復或調整；高速運轉時有比較大些的聲響，這是一部份由於金屬接觸和一部份由於隔籠風力所造成的；等等。這些滾行軸承的缺點，卻正是滑行軸承所可能具有的優點。故滾行軸承雖有漸漸取代滑行軸承地位的趨勢，但在若干特殊用途方面，滑行軸承仍有其應用上的價值，尚不可偏廢。

2. 滾行軸承之基本結構

內圈、外圈、球或軛，是組成一個滾行軸承的基本構件；此外，幾乎是全部滾行軸承均有一隔籠來將球或軛互相分隔開，使所有球軛不致擁擠在一起。所以總的講起來，隔籠雖然對相對運動無所作用，但它已成為滾行軸承中一個不可缺少的部份。而其本身卻又隨內外圈的相對運動有着一定速度的運動。圖 1-2 是滾行軸承的基本結構剖面圖，它是一個單排輻射球軸承。凡滾行軸承中以圓球

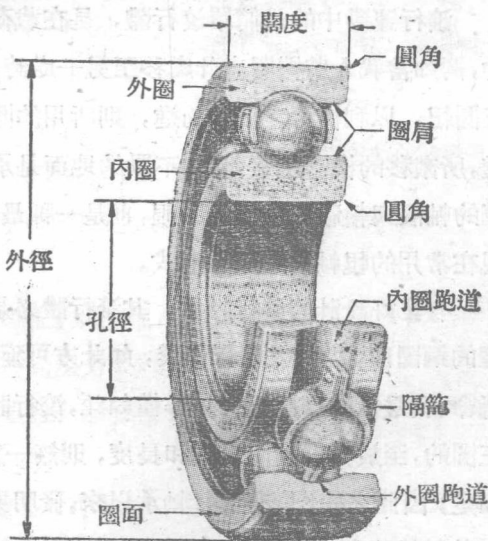


圖 1-2 滾行軸承的基本結構剖面

作為滾行體者，稱為球軸承；凡以柱輓（不限其外形）作為滾行體者，稱為輓軸承。每種軸承又可依其用途之不同，分為輻射、平推、和二者兼具的作業性質，依其配合上的要求，又可有許多不同的形式和尺寸，這些都將在以後有關章節內敘述之。雖然用途、形式、和尺寸等均是有所不同，但基本構件還是相同的。

(1) 滾行體——球或輓 不論所從事的運動是旋轉的——繞一軸的中心而運動，或是直行的——沿一直線而運動，如軸承是以滾行原理作為設計根據者，則必須有適當形式的滾行體裝置於載荷體與承荷體之間，在此機構中的承荷體大多是靜止不動的。這三個構體之間的運動關係可以塔輪式車床頭作為例子，塔輪原是與主軸保持同心的關係，但經過降速齒輪後，二者之速度是各不相同的，滾行軸承中的滾行體運動亦與上例相仿。

滾行運動中的最簡單滾行體，是在載荷與承荷體之間의 直接接觸物，例如當我人將機器自此處移至另一處時，底盤與地面之間襯以若干支圓輓，以利機器之推移前進，則所用的圓輓即是最簡單形式的滾行體，所搬移的機器是載荷體，不動的地面是承荷體。還有嵌在低級手推車的軸樞與輪殼孔中間的圓輓，也是一種最簡單形式的滾行體，可說是現在常用的輓軸承的原始形式。

有良好設計的滾行軸承，其滾行體必是在一有合宜形式經過熱處理的鋼圈內，進行其滾行作業，如此方可獲得最高的載荷能力、最長的壽命、和最低的摩擦損失。非僅如此，滾行體本身的形式亦必須是完全正圓的，至於其縱斷面形式和長度，則無一定的限制，要皆隨設計要求而定；因此之故，自有滾行軸承以來，發明家們即隨心所欲地創造出難以計數的花色，其中絕大多數是不切實用的。現今滾行體中最廣好的形式，是球形和輓形；至於有一種稱為針形的滾行體，事實上還是屬於輓

形類內，只不過其外形是細小而長，故以針形名之。

球形滾行體是最廣用的一種滾行體，每年自世界各地工廠產生出數以億萬計的各種尺寸的鋼球，作為球軸承中的滾行體。

如果將一枚球體放置在一絕對水平的平面上，則它必處於自然平衡狀態，如有微小的外界推力或空氣激動，即可使球體有所滾動；而此一滾動又不受方向上的限制，即其形式在任何表面方向上都是正圓的。球體在上述用途下的最簡單的用途示例，是將若干粒球嵌於載荷體及承荷體之間，如圖 1-3 所示（如果在載荷體與承荷體之間不加用如圖的四個鋼球，僅是面與面的接觸，即成為滑行連動），設若全部球體直徑是相同的而上下二面又是平直而平行的，則每球均將有相同程度的接觸。如果各個的材料彈性係數是相同的，球與二平面的原始表面也是良好的，而載荷又能平均地分佈於每一球上，則各個球的被壓平程度，和上下二平面之被

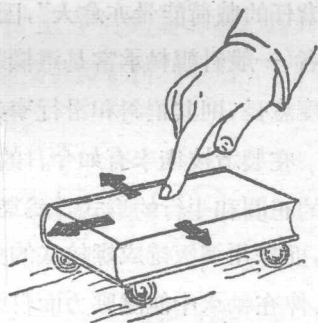


圖 1-3 球形滾行體之基本動作

凹入的程度，應是彼此完全相同而毫無深淺上的差別。此點將在本章之第三節內詳述之。

但是，在材料上和製造上，我人無法做出絕對一致的彈性、完全正確的形式尺寸、和均勻分佈的壓力或載荷。因此，在全部裝置中的球體載荷是有所輕重的，以致重載荷者在接觸點的變形亦特甚，不論球體或上下二平面均是這樣變形的。

在完備的條件下，圖 1-3 中的每一球體的運動均是完全受制於載荷體的方向和速度。在軸承中，事實並不是這樣的完備和簡單，而是有相當衆多的物理上和製造上的缺點存在，故此全部球體的載荷壓力和