

本書係根據蘇聯國家機械製造出版社(Государственное Научно-техническое издательство машиностроительной литературы)出版的已故曲達可夫院士(Акад. Е. А. Чудаков)著“汽車計算”(Расчет автомобиля) 1947 年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等汽車工業學校教學參考書。

本書中譯本分三冊出版,由清華大學汽車拖拉機教研組主任宋鏡瀛同志翻譯。本冊的校對及一部分初稿的準備曾分別得到徐大宏及施益純同志的協助。

汽 車 計 算

中 冊

РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ

Е. А. ЧУДАКОВ 著

宋 鏡 瀛 譯

★ 版權所有 ★

龍 門 聯 合 書 局 出 版

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

上海南京東路 61 號 101 室

新華書店上海發行所總經售

中 和 印 刷 廠 印 刷

上海淮安路 727 弄 30 號

開本: 787×1092 1/25 印數: 0001—2500 冊

印張 11 ³/₃₅ 1954 年 10 月 第一版

字數: 235,000 1954 年 10 月 第一次印刷

定價: 16,500 元

目 錄

序

I. “汽車計算”教程的基本任務

1. 汽車的設計	1
2. 金屬的選擇	9
3. 金屬的化學成份	13
4. 金屬的靜力強度	14
5. 金屬的衝擊強度	26
6. 金屬的持久值(耐疲強度)	30
7. 金屬抵抗損耗的性能	66
8. 機械的結構對摩擦面損耗的影響	71
9. 潤滑對零件損耗的影響	75
10. 零件的形狀對強度的影響	79
11. 螺栓預先上緊作為提高持久值的方法	99
12. 配合與加工公差的選擇及工作表面的品質	104

II. 離 合 器

1. 發動機特性與轉矩	113
2. 離合器對變速箱齒輪衝擊的影響	114
3. 汽車制動時離合器的作用	122
4. 離合器主要尺寸的確定	132
5. 離合器的磨滑功	153

6. 離合器零件的強度計算.....	176
7. 離合器襯面的摩擦係數 μ	181
8. 離合器零件所採用的材料.....	184
9. 公差與配合.....	184

目 錄

III. 變速箱

1. 變速箱計算的基本任務·····	187
2. 基本符號和基本關係·····	188
3. 汽車齒輪的齒形·····	192
4. 齒輪嚙合的基本因素·····	199
5. 齒輪齒的強度計算·····	224
6. 齒輪齒的磨耗計算·····	246
7. 齒輪的強度和磨耗計算·····	247
8. 變速箱軸支承反作用力的確定·····	267
9. 變速箱軸的強度計算·····	284
10. 變速箱軸的彎曲和歪斜·····	290
11. 變速箱軸承的選擇·····	299
12. 變速箱零件的強度計算·····	300
13. 變速箱的效率·····	301
14. 同步器·····	307
15. 變速箱主要零件所用的金屬·····	314
16. 公差與配合·····	316

IV. 萬向傳動器

1. 萬向機械的運動學·····	318
2. 萬向機械的動力學·····	330
3. 萬向軸的臨界轉速·····	334
4. 萬向傳動器的效率·····	341
5. 剛性萬向節的強度計算·····	349

- 6. 剛性萬向節的磨耗計算..... 356
- 7. 柔性萬向節的計算..... 360
- 8. 萬向傳動器零件所用的材料..... 362
- 9. 公差與配合..... 363

V. 驅動車輪的驅動機構

- 1. 驅動車輪驅動機構的機械..... 365
- 2. 直齒錐齒輪..... 366
- 3. 螺旋齒錐齒輪..... 376
- 4. 雙重主傳動器..... 390
- 5. 裝置的準確度與剛度對主傳動器齒輪齒的強度與磨耗的影響..... 392
- 6. 蝸輪傳動器..... 396
- 7. 主傳動器軸承反作用力的確定與軸承的選擇..... 404
- 8. 差速器運動學..... 412
- 9. 差速器動力學..... 424
- 10. 差速器零件的強度計算..... 431
- 11. 半節軸的計算..... 433
- 12. 作用在車輪軸承上的反作用力的確定..... 447
- 13. 主傳動器的效率..... 449
- 14. 主傳動器零件所用的金屬..... 452
- 15. 公差與配合..... 454

目 錄

VI. 汽車制動器

1. 汽車制動器計算的任務	457
2. 雙蹄制動器	460
3. 桿式支承雙蹄制動器	474
4. 自動增力式雙蹄制動器	495
5. 部分自動增力式三蹄制動器	500
6. 雙蹄對稱式自動增力制動器	503
7. 帶式制動器	508
8. 制動器襯面的磨耗計算	516
9. 制動器的發熱	519
10. 對汽車制動器聯動機構所提出的要求	534
11. 制動器機械聯動機構	540
12. 制動器液體聯動機構	554
13. 制動器空氣聯動機構	557
14. 制動聯動機構中的真空加力器	565
15. 制動器零件的強度計算	576
16. 制動機構零件所用的金屬	579
17. 公差與配合	580

VII. 轉 向 機 構

1. 轉向機構計算的任務	581
2. 轉向機構運動學	582
3. 作用在轉向機構上的外力的確定	592
4. 轉向機構的傳動比	601

5. 轉向機構零件的強度計算	608
6. 轉向機構零件的磨耗計算	627
7. 轉向機構零件所用的材料	631
8. 公差與配合	634

VIII. 汽車的行走部分

1. 汽車行走部分計算的任務	635
2. 汽車後橋強度計算	641
3. 汽車前軸強度計算	656
4. 汽車車架強度計算	669
5. 懸架彈性元件的計算	681
6. 用以傳遞扭力與推力至車架的零件的計算	702
7. 汽車行走部分零件所用的金屬	707
8. 公差與配合	711

IX. 工 作 圖

1. 製作工作圖的基本資料	714
2. 對各種形式的圖的要求	718
3. 自由尺寸的公差	721
4. 工作圖舉例	722
附錄	723

I. “汽車計算”教程的基本任務

1. 汽車的設計

設計汽車時，像設計任何其他複雜的機器一樣，設計師面臨着下列任務：

- a) 擬定技術條件，選擇機器的型式；
- б) 選擇構成機器的各別機械的型式；
- в) 研究機械的工作過程，規定對於零件的基本要求；
- г) 爲各別零件選擇材料(金屬)；
- д) 規定各個零件製造的主要工藝過程；
- е) 確定零件最有利的形式和尺寸；
- ж) 選擇配合並規定加工時的公差；
- з) 規定對相配零件表面加工品質的要求；
- и) 指定零件機械加工和熱處理的方式；
- к) 評定所得的結構。

以上列舉的工作只有在擬定新的機器結構時才全部執行。在製造廠工作中，常常只是改造機器或機器的個別機械。在這種情形下，機器本身的型式以及它的主要機械的型式都是規定了的。

在製造廠中設計時，某些零件製造的工藝過程也常是給定的，工藝過程必須適合廠中現有的專門設備。最後，製造零件時所用的金屬也常常甚至是規定了的。

可見在製造廠中作普通的設計時，任務很少像上面舉出那樣地以全部規模提出。但是當高等學校的學生做畢業論文設計時爲了使他認識設計的全部階段，在畢業論文設計的提綱中將上述的汽車設計的全部階段都列入，這在方法是正確的。爲完成所有這些工作階段所需

的知識，學生從汽車高等技術學校教學計劃中所列的一系列課程（理論的、結構的、計算的及製造的）中得到。

以下給出上面所列舉的任務的比較詳細的內容。

a) **汽車型式的選擇** 汽車型式的選擇根據所謂使用任務而定。以此為出發點，擬定汽車的技術條件，在技術條件中規定對於汽車使用性能的基本要求，即對於汽車的容量、動力性能、經濟性、穩定性、通過性等等的要求。按照所給的使用性能，確定汽車的基本結構特徵，如像：發動機的功率、傳動系統的全部傳動比、重心的位置、輪胎的尺寸等等。為解決所有這些任務所需的知識在“汽車理論”和“汽車結構”教程中給出。

б) **汽車各別機械型式的選擇** 汽車各別機械型式的選擇在很大的程度內也根據使用任務而定，在使用任務裏不但規定對於整個汽車的要求，也部分地規定對於各別機械的要求。例如，給出懸架的柔軟度，就可規定對於彈簧（或其他彈性原件）、輪胎等的一定的要求。給出制動時和鬆開離合器時的力，就可規定對於制動機械、對於離合器等的一定的要求。至於最完全地符合規定要求的機械的型式，設計者可根據“汽車結構”教程中所給的資料去選擇，在這個教程裏講述各個機械的最完善的結構型式並從使用和製造的觀點去評定它們。

в) **機械工作過程的研究** 研究機械的工作過程，目的在於判明所有對於用以製造此項機械的零件的金屬、對於這些零件的加工、對於零件各個斷面和各個聯結處的尺寸，以及對於潤滑等等可能提出的基本要求，此項研究的任務包括：

- 1) 確定在機械的各種工作情況下所有作用在它上面的力；
- 2) 確定在各別聯結處的摩擦功；
- 3) 確定在機械的各種工作情況下各別零件所受的熱。

機械工作過程的研究根據學生在學習“汽車結構”和“汽車計算”教程時所得的知識進行。

г) **材料（金屬）的選擇** 製造汽車底盤各個零件用的材料幾乎全是金屬。有些地方——主要為製造車身——用木料、玻璃、塑膠等。

近年來在汽車的生產中開始大力採用橡皮和塑膠的產品，顯然它們有很大的前途。

後面我們研究其零件是主要用金屬製造的汽車機械的計算方法。

用來製造汽車零件的金屬，其選擇要切合於相應的機械，要從這些零件的工作情況出發。分析汽車各個機械的工作過程，就有可能規定對於製造此項機械的零件應該用的金屬的基本要求。

作用在零件上的載荷的性質通常是選擇金屬的決定性因素。對於金屬的要求常常依作用在零件上的力是固定的、變化的（數量上或方向上）或衝擊的，而有不同。

零件間摩擦的存在以及與此相適應的表面耗損的可能性是決定金屬選擇的重要條件。由於金屬必須具有耐磨表面，因此對於所選的金屬提出了一定的要求。

影響金屬選擇的次一個因素是零件在工作時期內的溫度。不同的金屬在溫度變化時，機械性能起不同的變化；這種情形在為經受很大的熱的零件（發動機的活塞、氣門、汽缸頭等等）或經受強烈冷卻的零件選擇金屬時必須考慮到。

最後，零件是否遭受腐蝕也是影響金屬選擇的一個因素。由於這個原故，有些零件（例如發動機中的缸套和氣門）不得不採用能抵抗腐蝕的特殊金屬，或在零件表面上鍍一層預防腐蝕的耐蝕金屬（鍍鉻、鍍鎳）。

選擇金屬時必須不僅注意零件的工作情況，也要注意製造的工藝過程。實際上這兩個問題（選擇工藝過程和選擇金屬）常常必須同時解決。有時從零件工作過程的觀點對金屬的要求與我們對工藝過程的要求不相符合，或者零件各個部分對金屬的要求各不相同。這在零件經受很大的摩擦和熱量時尤其常常碰到。在這種情形下，零件常用兩種不同的金屬製成。可用來作為這類零件的例子有壓製的鋼的制動鼓，其工作面上鑄着生鐵；錐形工作面上鍍着司太立合金（鈷鉻鎢合金）的氣門；鍍鉻的活塞環和汽缸襯套等。

最後，在個別情形下，零件的工作對金屬並無任何特殊要求，作用

在零件上的力其數量也很小。在這種情形下金屬的選擇或者從最大地減輕零件重量的理由出發，或者考慮所用的生產技術而以經濟的理由為根據。屬於這類零件的例如有蓋子、凸緣等，又例如個別汽車機械的箱殼。

製造汽車時除金屬外還用很多不同的材料；其中有木料、玻璃、橡皮等。近年來塑膠材料開始被廣泛應用。

塑膠材料在某些方面比起金屬來具有一定的優越處。它有很高的比強度，能很好地接受加工，耐腐蝕，有很小的熱膨脹係數。可以認為，塑膠材料將不但廣泛地被用來製造車身裝飾品的小零件，也將用來製造車身本身，甚至用來製造汽車上的一些重要零件。

“汽車計算”教程內將詳盡地研究零件的工作：求出作用在它們上的主要的力和它們工作的特殊條件。因此，對於設計者這個教程應該是設計結構時選擇材料所必需的基本教程之一。此外，選擇材料時設計者應該根據他在學習“金相學”（金屬的機械性能）和“汽車拖拉機製造工學”（金屬的加工）教程時所得的知識。

а)工藝過程的選擇 製造零件的工藝過程，設計者可根據他在學習“普通金屬工學”和“汽車拖拉機製造工學”教程時所得的知識來選擇之。靠研究機械的工作過程規定了對於某種零件的基本要求並選定了最適合於它的金屬後，設計者應該為零件指定基本的工藝過程（鑄、鍛、冷壓、鍛、由成形金屬用機械加工法等）。當然，此時生產量應該給出。

在解決本項任務時我們以所製零件的品質和它的成本作主要標準。零件的品質這個概念，不但包括從零件在機械中工作的條件出發而得出的對零件的要求，同時也包括零件的重量，因為盡量減輕汽車所有機械的重量是我們極其希望的。

в)確定零件最有利的形式和尺寸 這些問題應該根據“汽車計算”教程中所講的材料解決。為選擇最合理的零件式樣和確定它的尺寸而推演出計算方程式是本教程的基本任務。鑒於零件的式樣和尺寸之間有着直接的聯系，這兩個問題應該在一個課程內研究。這時計算公式，以及部分地機械工作過程的詳細分析，應該保證不但有可能為給出的

和通用的式樣的零件選擇尺寸，還要能確定這項零件的最合理的式樣。

現時在大多數教科書裏所講的機器零件的計算方法往往有這樣的缺點，即書中所用的計算公式並不反映作用力的真實分配情況而根據力的假定作用情形的假設寫成。與此同時，他們列入一些實用的係數，這就有可能在結構式樣相同的條件下計算個別的機械和零件時有足夠的把握應用這些公式。例如，在很多場合下應用這些計算公式時假定的應力達到或甚至超過材料的強度極限，但是按照這樣的公式估計到這樣的應力的零件在實際情況下工作得十分令人滿意。

這是由於計算公式並不是準確地寫成的，而有某些假設（過高的載荷，過低的抵抗力），因此給出過高的應力數值。這種公式既不反映零件斷面應力的數值和分配情況的真實概念，就無法使設計師可能計算這樣的機械：它的結構和已在計算公式中列有在實際中考驗過的係數的機械不完全相同。這種公式不便於設計師在創造新的零件結構式樣方面工作，而這種新的式樣在承受作用在它上面的力的觀點看來也許會更完善些。因而，這種公式阻礙某些機械結構的發展中可能的進步，從這個觀點看也就是反動的。

在製造廠設計師工作的實際情況中，有時在整個機械的結構不作原則性的變更下改變某個零件的式樣方面發生細小的問題。在這種個別情形下利用假定的計算公式常是適宜的，因為作比較性的計算時，由於它們的簡單，也由於應用到相似的零件上時存在着許多統計材料，它們是很方便的。在對已有的機械作驗算性的計算時，這種公式也正是適於應用的。

但是高等技術學校的學生在學習任何課程時只講這些假定的公式而無詳盡的解釋，在方法上是有害的：它們不顯露現象的本質，使學生養成習慣純粹機械地對待計算問題而不查明所算的機械或零件的工作過程。

汽車零件的現時應用着的這種假定計算方法的其次一個缺點在於：零件常常按強度計算而其實主要要求於它的品質却是剛度。屬於這類零件的例如有變速箱的軸。這種軸應該具有足夠的剛度（特別是

它跟滑鍵的數目和形狀有關);不然的話會大大損害齒輪的工作。與此相適應,計算這種軸時應該從給定的最大變形出發,強度方面僅須驗算。若只按強度計算,就不能指出改善結構的明確途徑——盡量縮短軸的長度、安裝附加的軸承、軸轉動時盡量減小抵抗矩的變動(由於有滑鍵)等等。

所說的關於必須考慮軸的剛度的原理同樣也適用於萬向傳動軸。但是在這個情形下過份的剛度(扭轉方面)可能不僅無用,甚至有害:過份的剛度,特別是只有一個萬向節時,在萬向節的零件上引起很大的額外載荷。

在現有的汽車計算系統中,零件常常按強度計算,而有些零件最弱的地方卻是它們的損耗。屬於這類零件的首先應該是汽車傳動系統中所有的齒輪。這些齒輪的齒常常只按強度計算。有時為計算齒輪損耗而採用的公式 $P=c \cdot b \cdot t$ 乃是強度計算用的公式的變形,並沒有在從齒的耐磨的觀點看來最適合於相接齒輪的校正方法方面給設計師以任何指示。

最後,在按損耗計算汽車零件時常用單位壓力作估定零件損耗的基本因素,這當然是不正確的。例如,離合器和制動器至今仍常常從摩擦原件間給定的單位壓力出發計算,而實際上這些機械必須按摩擦功和所受的熱進行計算。按單位壓力計算應該只用於驗算方面。

因此,本書無論在零件的強度上,無論在損耗或受熱上,都儘可能作深入的計算。在由於沒有更完善的計算方法而只得用簡化的假定的公式時,就對後者進行分析,確定公式的準確度和各別因素對所得誤差的數值的影響。

Ⅲ)配合的選擇和加工公差的規定 配合的選擇和加工公差的規定應該根據“公差和配合”教程中所講的材料進行。但是工作間隙的任務應該根據相互接合的零件的工作的分析規定。這種零件工作的完善與否在很大的程度上決定於它們的配合(公差和工作間隙)的正確性,這轉而由給定的加工準確度,因而也就是加工公差保證。

相配零件表面的損耗強有力地決定於存在於它們之間的間隙。在

大多數場合下，即使只有小的動載荷，表面的損耗很快地隨着間隙的增大而增加。我們從相配零件的工作情況出發為這些零件規定配合，並從此規定加工的公差。

3) 相配零件表面加工品質任務的規定 從相配零件損耗的觀點看，這些零件的表面加工品質（顯微幾何和結構）有特別重大的意義。零件的表面加工品質對於它們之間油膜的情況有很大的影響，因此也對於這些零件在低的相對運動速度下不發生金屬表面接觸而能支持的單位壓力有影響。直到現在，表面加工品質方面我們仍還沒有公認的指數，它們還常是僅僅按照工藝表徵——按照加工方法（車、磨、拋光等）估定，這在工作圖上藉助於相當的記號（三角形的數目）和說明來給出。

按照表面上不平處的高度估定加工品質的幾種標準，以後將舉出這方面的數據。

有時也須在這樣的場合下，零件工作時並不是相配的，即不是由於損耗的考慮，規定對於加工光潔度（就表面情況而言）多少的要求。特別是在零件經受週期性載荷的場合下（懸架的扭力桿和彈簧，零件斷面變化處的圓角，如轉向節的軸頭等等）規定這樣的要求；在這種場合下零件表面加工光潔度不夠會引起金屬持久值（耐疲度）的降低。因此，零件表面加工的改善使它在變動載荷方面增加強度。

為了這同一個目的——提高零件的持久值——表面有時經受特殊的加工（熱處理方面：表面硬化；機械方面：用鋼砂吹擊，鍍其他金屬等等）。這個問題以後將要研究。

4) 指定零件機械加工和熱處理的方式 在設計某一機械的零件時，設計者應該明確地想像零件的加工方法，特別是操作的程序、要用的設備（機床、夾具、工具）、操作的時間以及最後大約的加工費用。同時也必須知道零件所應經受的熱處理方面的工序。熱處理的性質往往對於零件的形狀加上一定的要求，或者反之，應該按照所需的形狀選擇相應的熱處理。

考慮零件工作的要求而給定加工公差時應該嚴格地適合於預定的加工方法，這兩個問題——給定公差和規定加工工序——實際上應該

同時解決。

這樣，從零件的工作情況出發（作用力的性質和大小、對於強度和損耗的要求、溫度情況等）選擇金屬，同時預先規定零件所要經受的熱處理。在確定零件最合理的形狀時，考慮到熱處理除了對金屬起良好的影響以外，同時可能在個別的情況下引起不良的現象：脆性或零件歪扭、內應力、外部細微裂痕等等。

配合和加工準確度的選擇從相互接合的零件的最佳工作情況出發。但是應該檢查在所選的機械加工方法下達到所要求的準確度的實際可能性。

為解決這些問題所需的知識，學生在學習“汽車拖拉機製造工學”，和“金相學”時得到。

Н)設計出的結構的評定 設計出的結構應該在是否適應於它的任務方面進行評定，並且在這方面跟同類機械最完善的式樣進行比較。比較時應該從使用的觀點着眼，又要從生產的觀點着眼。在從使用的觀點比較地評定機械時，首先應該規定所有在使用時對於該項機械提出的要求。

下面舉例表示對於離合器機械所提出的這類的要求：

- 1)變速箱中調換齒輪時衝擊力的減小（接合中的機件的轉動慣量的減小）；
- 2)脫離的徹底性；
- 3)接合的柔和性；
- 4)操縱的輕易性；
- 5)機械的可靠性（按照在強度、損耗和受熱方面的計算）；
- 6)潤滑的可靠性和方便性；
- 7)調節的簡單性（踏板的自由行程、盤的位移、彈簧的緊度）；
- 8)拆裝的簡易性。

結構這樣的分析可以根據學生在學習“汽車計算”和“汽車結構”教程以及汽車使用方面的課程時所得的知識進行。

根據以上所說，“汽車計算”課程的基本任務如下：

1) 分析汽車機械的工作過程，目的在對於製造各別零件時所用的金屬和這些零件的加工方法給出基本的要求；

2) 確定作用在汽車機械上的力；

3) 推演出為確定零件最有利的形式和尺寸用的計算公式。

但是，前面已經說過，“汽車計算”課程無論如何不應該和“汽車結構”課程隔開學習，

某一機械工作過程的分析，只有在明確地認識對這一機械所提的要求後才能進行。機械型式的選擇，可以根據這一機械最完善的式樣的知識進行。

這本教學參考書講述汽車所有的主要機械的計算問題。但是在直接轉到“汽車計算”課程按計算兩字的原來意義的敘述之前，在本教程的第一章裏我們要簡略地講一些對於汽車設計師很有關係的金相學和計算方法方面的更一般性的知識。若沒有這些知識，在教程的各別章節內適應汽車不同的機械而用的數據就不能被共同的基礎所結合，因而也就不能做到最好地通曉這個課程。與此同時，所要提出的金相學、公差和材料力學方面的知識決不是在任何程度上代替學生在這些問題方面學的基本課程，而僅僅是着重指出這些課程在應用於設計汽車和它的機械時的意義。

2. 金屬的選擇

金屬根據由零件的工作情況和零件採取的製造方法（鑄、鍛、壓、拉）對它所提出的要求來選擇。金屬的以下這些基本品質應該滿足汽車零件的工作情況。

a) 金屬的強度 依作用着的載荷的性質為轉移，對於金屬的強度可以提出不同的要求來。任何載荷（拉伸、彎曲、壓縮等）的有效數值對金屬的選擇有決定性的影響。載荷是靜止的、變動的還是衝擊的也有莫大關係。各別的金屬依化學成份、熱處理，以及所採用的工藝過程（鑄、鍛、拉）為轉移，當零件上載荷作用的性質不同時，具有全然不同的強度；在承受靜載荷時具有高度品質的金屬，當零件上承負的是變動

的、尤其是衝擊的載荷時，常常可能顯得弱。

金屬的強度並不是由它的原始品質一開始就確定了的。在很大的程度上金屬的強度受以後工藝過程的工序和機械加工的品質的影響。被金屬的化學成份所確定的原始品質，只造成一種以後可用熱處理和機械加工的辦法實現的潛在可能性。零件的形式（大小、轉變的緩急）同樣也對金屬的強度起不同的影響。我們由此建立關於金屬在結構中的強度的概念，這個概念和金屬在標準試樣中的強度概念不完全相符。

對於載荷特別大的零件，減輕重量的可能性常常不是受金屬強度的限制而是受剛度不夠的限制：由於零件的斷面小，它就發生很大的變形，這樣一方面引起應力的增高，一方面引起損耗的加甚。因此擺在冶金學家和金相學家面前的任務是造出不但具有高的強度、也要具有高的彈性模數的金屬。

6) 金屬的韌性 金屬的這個品質在衝擊載荷下特別重要。在汽車上有很多零件經受衝擊載荷。但是在絕大多數的場合下，這個衝擊載荷同時又是週期地重複的，因此零件的損壞通常不是由於個別的特別重的衝擊，而是由於金屬逐漸發展的疲勞的作用。在這種情形下，金屬抵抗衝擊載荷的能力（韌性）就沒有像它抵抗重複載荷的能力（耐疲性）那樣關係重大。

B) 抵抗損耗的能力 汽車零件的失去效用常常不是由於因強度不夠而毀壞，而是由於表面的損耗。表面損耗可能由兩種原因引起：第一個零件對另一個零件有滑動時的直接摩擦，第二是零件表層的疲勞。後者主要在滾動軸承上以及部分地在齒輪傳動器的齒上觀察到。顯然，在這兩種情形下，對金屬抵抗損耗的能力應該提出不同的要求。當零件由於滑動摩擦而有直接損耗時，可以限於用比較薄的一層硬耐磨金屬表皮來抵抗損耗；可是當由於表層疲勞的作用而損耗時，要求有深度相當大的硬表皮。但是上述兩種情形下高的硬度和強度的要求並不是對整個零件提出，而只是對或多或少深度的表面提出。這樣，在一定的場合下，可以在零件的表面和中心對金屬的機械性能提出不同的要求，選擇金屬時必須保證零件的各斷面有得到這些不同的機械性能