

第一章 汽車、拖拉机及农用柴油机用鋼

汽車和拖拉机零件大都承受动力載荷。由于发动机功率的不断增大，热負荷的增加，新工艺的发展以及从設計上进一步降低单位功率与金属材料消耗量，因此对材料提出了更高的要求。茲就这些产品的鋼材选用問題，作簡要介紹。

(1) 强度、硬度和淬透性：在設計汽車、拖拉机和农用柴油机时，通常首先考虑的是鋼的屈服强度（或抗拉强度）。零件由于承受載荷的不同，金属中除产生拉应力以外，还有压应力、扭应力和弯曲应力等。塑性相当大的金属的抗压应力和抗拉应力大致相等，脆性金属抗压应力較抗拉应力大。承受弯曲时，抗弯应力就比抗拉应力大。在設計时，一般是以屈服强度作为計算依据的。表示强度最簡便的方法，就是通常所用的硬度法。鋼材的硬度，基本上表示鋼的相应的强度数值。碳素鋼或合金鋼在淬火、回火、热轧、退火、正火后的抗拉强度和硬度之間的关系，当硬度在 $H_B 500$ 以下时，大致符合 $\sigma_b = 0.35 H_B$ 。

汽車、拖拉机零件大多承受弯曲应力和扭应力的复合作用。在弯曲和扭轉时，零件断面的不同部分，承受不同应力。梁弯曲时的最大应力发生在上边或下边；軸扭轉时的最大应力发生在外周緣，如車軸即属于此一类情况；又如轉向节承受冲击和弯曲应力。但它們中心部分所受的应力并不高，因此有人认为只要在零件半径中点上能得到半馬氏体組織就够了[23]。

零件由于受应力的不同，对于材料的淬透性也有不同要求。在这些产品上，只有少数零件是在純拉伸下工作，例如缸盖螺栓、連杆螺栓等承受垂直应力，应力平均分布在全部截面上，因此要求用截面中心能完全淬透的鋼材来制造。各种型式的弹簧，在設計时要求低的截面模数（負荷方向上）許可挠度大，截面上承受高应力，也要求鋼材能完全淬透。因此选择淬透性合适的鋼就有其特殊重要的意义。通常以淬透性作为选择用鋼的首要条件之一。这是为了既要保証零件的强度要求，又能合理使用材料，并降低单位功率金属材料的消耗量。

(2) 疲劳强度：汽車、拖拉机及农用柴油机零件的疲劳强度具有重要意义，因为大多数的零件所受

的力在数值上或方向上总是变化着的。传动系統所有的齒輪和軸都属于此类零件。这些齒輪的齿承受着周期性載荷，齿的损坏通常是金属疲劳的結果；变速箱的軸受齒輪之間作用力的影响，在方向不变的情况下，其应力亦經常变化；其他如后車軸也經常承受反复扭轉应力，轉向节經常承受反复弯曲应力；轉向机构的拉杆及某些螺栓經常承受反复的拉伸与压缩应力。其他如叶片弹簧，螺旋弹簧，銷子，轉向变軸，車架等均承受反复应力。这一些零件的使用寿命与金属材料的疲劳性能有很大关系，因此类似上述零件的鋼材选择，应充分考虑其疲劳性能。在一般情况下，弯曲疲劳强度与抗拉强度之比約为0.4~0.6。影响疲劳强度的因素很多，其中缺口的影响最大，在选择鋼材和設計时应当加以注意。对不同成分的鋼材，在硬度相同的情况下，其缺口敏感性并不相同。

近一、二十年来，采用了高频淬火，噴丸、挤压、滚軋等工艺来增加零件表面的預加应力，以提高零件的疲劳强度。

(3) 金属的韌性：汽車、拖拉机的軸和其他零件，如杠杆、纵拉杆等联动机件，在运轉时經常受到振动，使其承受冲击載荷，对履带式拖拉机來說尤其严重。因此在选用此类零件鋼材时，除了考虑其靜强度和疲劳强度外，应当考虑其冲击韌性。

(4) 耐磨性：汽車、拖拉机和农用柴油机中的不少零件，其损坏或失去效用是由于零件表面磨损过度造成的。齒輪是在帶滑动的滚动摩擦下工作的，特别是在大的单位压力下产生表层破裂而剝落；如变速箱换挡齒輪，常因换挡时經受冲击負荷而造成齿末端的磨损。为了提高零件表面的耐磨性，一般采用热处理的方法，如滲碳、氮化、高频淬火等来提高零件的耐磨性。

(5) 切削加工性能：在一般单件或小批生产的工厂中，金属材料的切削加工性能不一定是主要考虑的因素，但是在高效能装备和以自动化方式进行大批和大量生产的工厂中，鋼材切削加工性的好坏，就显得特別重要，因为采用切削加工性好的鋼材可以提高劳动生产率，提高刀具的使用寿命，有利于自动化生

产。

鋼的切削加工性能与它的化学成分、金相組織、机械性能（强度、韌性和硬度）及毛坯的生产方法（鑄、鍛、熱軋、冷拉或預先熱处理）都有关系。自动机床用鋼或易切削鋼所以有良好的加工性能，是由于含有較多的硫和錳；稍微提高低碳鋼中的含磷量，对切削性能亦有良好的作用；有时提高加工性能也可通过在鋼中加入少量鉛（0.2~0.3%）而达到。鋁和硅因为易于形成 Al_2O_3 及 SiO_2 ，使加工变得困难，刀具容易变鈍；而合金元素錳、鉻、鋁、鎳等能增加鋼的强度和韌性，所以均使切削加工性能变坏。

具有纖維狀或帶狀組織的鋼，切削加工性能不好。中碳鋼以层片狀珠光体的切削加工最好；高碳鋼則以球狀碳化物在鉄素体基体上均匀分布的組織的切削加工性最好。

預先熱处理是改善鋼的切削加工性最常用的有效方法，通常采用退火、正火、正火并高溫回火或者調

质处理。

（6）鍛造性能：要求鋼材在鍛造时的热塑性良好，易于成型，同时要求鍛造后形成的氧化皮很松，易于脫落和清理。具有良好鍛造性能的鋼材，可降低鍛件的废品，在模鍛时还可以減少模具的磨損，延长使用寿命。汽車、拖拉機和農用柴油機中常用的鍛鋼件有优质碳素結構鋼和低合金鋼，如 35、40、45、40 Cr 等，它們的鍛造性能均較好。一般而言，鋼中含合金元素愈多，則它的鍛造性能愈差。

（7）焊接性能：对于某些焊接零件，如万向接管、車軸套管、半軸法兰以及某些載重汽車的車架等，在选择鋼材时，必須考虑鋼的焊接性能。鋼的焊接性能与鋼内含碳量及合金元素量有关；含碳量愈高，焊接性能愈低；合金元素增加，均使焊接性能降低，尤其是磷和硫。但有些元素当含量不高时，对焊接性能有利，如鈮、鈦等。

第 1 节 汽車、拖拉機及農用柴油機用鋼介绍

汽車、拖拉機及農用柴油機用鋼，按其工艺特点及用途大致可分为六类。

§ 1 渗碳鋼

渗碳鋼的特点是含碳量較低，一般在 0.10 ~ 0.23% 为最合适。近年来有把含碳量提高到 0.24 ~ 0.32%，而渗碳层厚度相应降低到 0.6~0.9mm。渗碳鋼含碳量的提高，可使心部强度增高，又易于控制

表面碳浓度，并且也有利于切削加工。由于渗碳鋼要在高溫下（900°C 以上）長時間保溫，因此晶粒易于长大，使鋼的性能恶化。为此应选择細晶粒鋼。細晶粒鋼在热处理时可直接淬火，淬火后要求渗碳层中残余奥氏体少，碳化物細小并分布均匀，沒有粗大的网状碳化物出現，碳浓度梯度应和緩，表层含碳量最好在 0.9~1.1% 左右。

表 IV-1-1 列有渗碳鋼号及其用途。

表 IV-1-1 常用渗碳鋼的鋼号及其用途

序 号	鋼 号	用 途
1	20	制造汽車上渗碳和氮化零件：手刹車蹄片、杠杆軸、变速箱变速叉、杆、传动被动齒輪、气閥挺杆及拖拉機上的凸輪軸、悬挂平衡器軸、平衡器内外衬套、柴油泵輪油泵活塞等。
2	30	用于受力不大的零件，一般在正火状态及热处理后应用，也可用来制造氮化零件。
3	20 Mn	制造汽車上渗碳零件：齒輪、活塞銷、凸輪軸、拉杆、悬挂吊杆、离合器的鉸鏈、气門銷片，及拖拉機上的搖臂軸、变速箱的閉鎖軸、变速軸和止动銷等。
4	20Mn2	可代替 20 Cr 制造汽車上的气閥挺杆、活塞銷、变速器操纵杆、轉向滾輪軸及传动用螺栓等。
5	30 Mn	制造汽車上的中等負荷齒輪和一般渗碳零件。

(續)

序 号	鋼 号	用 途
6	15 Cr	用于制造在磨损条件下工作的零件：气閥挺杆、变速操纵杆用的螺栓、活塞銷、横向拉杆軸衬套、滾輪軸、球头銷等及拖拉机上的小齒輪、轉向拉杆球銷等。
7	20 Cr	用于制造万向节十字軸、变速箱十字軸、滑动离合器、差动器十字架、汽閥挺杆、及拖拉机上的机油泵軸和齒輪、变速箱止動銷、后桥連軸接头。
8	30 Cr	制造汽車上的轉向齒輪橫軸、汽車前軸、轉向节、轉向节臂、轉向拉杆、連杆墊圈等。
9	18 Cr Mn Ti	制造重要的传动零件：变速箱軸、各种齒輪、滑动齒套、万向节 十 字 軸、万向叉接头、中央传动圓錐齒輪、离合器軸等。
10	30 Cr Mn Ti	制造截面較大的齒輪和心部强度要求特別高的渗碳齒輪。
11	22 Cr Mn Mo	用于制造曲軸、連杆、銷子和各种齒輪及大型拖拉机上的最終传动齒輪。
12	20 Mn Ti B 30 Mn Ti B	有适宜的强度和淬透性，特別是切削性能比 18 Cr Mn Ti 好，热处理工艺易掌握，經处理后其性能也比較滿意，缺口敏感性較低，此鋼可代替 18 Cr Mn Ti、30 Cr Mn Ti 制造汽車上各种齒輪和其他渗碳零件。
13	20 Si Mn VB	可代替 20 Cr Ni 制造各种重要传动齒輪及其他渗碳零件。
14	20 Mn VB	可代替 18 Cr Mn Ti、20 Cr Ni 制造汽車的齒輪及其他渗碳零件。
15	20 Mn 2 B	可代替 20 Cr 制造汽車的齒輪及其他渗碳零件。
16	20 Cr Mn Mo VB	可代替 20 Cr Ni 3 A 制造重負荷的传动齒輪及其他渗碳零件。

§ 2 調 质 鋼

对調质鋼的要求，主要是淬透性，以保証零件整个截面上强度的均一性。这一类鋼为含 碳 量 0.35~0.60% 的碳素結構鋼和合金結構鋼。調质鋼的最終热处理是淬火和高温回火，使具有索氏体組織，这种組織使鋼的强度和塑性之間有良好的配合。碳素鋼的淬透性較差，一般用在性能要求較低、或者截面不大的零件上。合金結構鋼比碳素鋼有較好的淬透性，經調质

处理后比碳素鋼有更好的綜合机械性能。調质鋼一般多在調质状态下使用，但也有的再經高频表面淬火，提高表面硬度，用以制造在重負荷和冲击条件下工作要求耐磨的零件。工厂里常常采用这种方法来代替渗碳鋼，因为調质鋼經調质后再表面淬火，不仅心部有較高的强度和韌性，还有較高的表面硬度，耐磨性也好。采用这种工艺方法不但可以提高劳动生产率，降低成本，对于某些零件还提高了质量。

表 IV-1-2 列有調质鋼鋼号及其用途。

表 IV-1-2 常用調质鋼鋼号及其用途

序 号	鋼 号	用 途
1	30	制造拖拉机标准零件：螺釘、双头螺栓等。
2	35	制造拖拉机車架、前梁、螺栓、螺母、变速箱換挡叉和油泵軸等。
3	40	制造拖拉机变速箱变速軸等各种軸类零件、机油泵齒輪和軸、凸輪軸、齒輪、离合器操纵杆、离合器从动盘、飞輪螺栓等。
4	45	制造汽車墊圈、鍵、蝸杆軸、花鍵軸套、拖曳鉤、滑动叉、十字头、曲軸、凸輪軸、离合器踏板及拖拉机后桥軸、离合器軸、半軸、机油泵齒輪、最終传动被动齒輪、飞輪齒圈、連杆、气門搖臂、汽閥挺杆、活塞銷、悬挂平衡杆、内外衬套、組成式的履帶板和履帶板銷等。

(續)

序 号	鋼 号	用 途
5	50	制造汽車上連杆及拖拉机上履帶板銷、行星齒輪軸、支重台車軸等。
6	30 Mn	制造拖拉機后輪轂、离合器杆等。
7	40Mn、45Mn	制造汽車上半軸、万向节头軸、分配軸、前軸、連杆、曲軸、制動杆及拖拉机上飞輪齒圈、支重輪軸、导向輪軸等。
8	50 Mn	制造拖拉機飞輪齒圈、离合器軸、履帶板銷、水泵軸、半軸、变速箱撥叉和变速軸等。
9	35 Mn2	制造强度与韌性要求較高的汽車連杆蓋螺栓、汽缸蓋螺栓及拖拉机上曲軸、半軸等。
10	40 Mn2、 45 Mn2	制造在較重負荷下工作的零件，如曲軸、連杆、杆、各种軸类零件、各种重要螺栓等。
11	40Cr	制造汽車連杆蓋緊固螺栓、汽缸蓋螺栓、离合器傳動銷、滾子軸承止推環、进气閥、排气閥（杆部）、变速箱第二軸、花鍵軸（中間軸）、半軸、轉向节、轉向臂、轉向蝸杆及拖拉機气閥搖臂、油泵齒輪、导向輪軸、后桥半軸、后輪軸、发动机曲軸、柴油泵軸套、液壓泵偏心軸、驅動輪螺栓等。
12	45Cr	制造拖拉機曲軸、进气閥、变速箱第一軸、第二軸、变速軸止動銷、变速叉和操纵杆、后桥軸、前輪軸、行星齒輪軸、最終傳動被动齒輪等。
13	35 Si Mn	制造汽車連杆、軸、螺栓、高頻淬火齒輪、半軸、轉向节及拖拉機进气閥以及代替 40 Cr 制作軸类、齒輪类零件和重要螺栓等。
14	42 SiMn	制造拖拉機进气閥、連杆螺栓及代替 40 Cr 制作表面淬火零件。
15	40 CrMnMo	代替 40CrNi、40CrNiMo 作汽車上高級調质鋼零件，如半軸、轉向节等。
16	40 CrMnTi	制造重型汽車的連杆、半軸、轉向节、轉向臂、操纵机构的零件等。
17	40 CrMnB	代替 40 CrNiMo 制造汽車半軸、轉向节等零件。
18	40MnB	代替 40Cr、45Cr 作調质零件，如拐軸、曲軸、齒輪、离合器齒輪、离合器移动套、分离机构軸等。
19	40MnVB	有高的强度，可以代替 40 Cr、40CrNi 制造汽車上的轉向节、半軸、傳動軸、連杆螺栓等調质零件。
20	38 CrSi	制造拖拉機的进气閥。
21	40 CrMnMoVB	制造載重汽車的半軸、羊角等重要調质零件。

§ 3 高頻用鋼

本节介紹的高頻用鋼仅指中碳的碳素結構鋼和合金結構鋼；工具鋼、軸承鋼等应用于高頻热处理者不在此討論範圍內。

近年来高頻加热淬火在机械制造业中得到广泛的应用，它的优点是加热時間短，生产率高，工艺易于控制，还可以流水生产和自动化。由于加热速度快，因而避免了热处理过程中的过热、晶粒长大、表面氧

化、脱碳等缺点，并降低了零件的变形程度。經過高頻加热淬火后的零件，不但提高了零件表面的耐磨性，更重要的是在零件表面上形成預压应力，大大提高了零件的表面疲劳强度。因此有可能用碳素鋼或低合金鋼代替貴重的合金鋼，而且不降低零件的质量和使用寿命，同时也簡化了热处理的工艺。

对于高頻用鋼最主要的是考虑其含碳量。适宜的含碳量是高頻用鋼的重要条件，过高的含碳量在热处理时可能会产生开裂；过低的含碳量又会使硬度达不

到要求。所以，高频用鋼含碳量的选择原則，是在滿足硬度要求的条件下，含碳量應該愈低愈好，这样不易产生裂紋。一般情况下，为了保証零件硬度均匀，质量稳定，高频用鋼常常采用含碳量范围較窄的“精选鋼”(C 0.42~0.47% 或 0.45~0.50%)。

当用高频用鋼代替渗碳鋼以提高耐磨性或提高調质鋼的耐疲劳性能时，其含碳量要求不同。代替渗碳鋼零件的鋼，由于表面硬度要求高，应精选含碳量較高的鋼，其含碳量为 0.5~0.55%，甚至可高到 0.60%；欲提高調质零件的耐磨性时，最适宜的含碳量范围为 0.37~0.43%。

对于高频用鋼的其他一些要求是：

(1) 零件表面不得有脫碳或貧碳現象，否則会形成軟点或硬度达不到要求；

(2) 零件表面不得有微裂紋等缺陷；

(3) 鋼的原始組織对高频淬火零件的质量有很大影响，晶粒度应均匀而細，一般要求在六級以上。因此需要高频淬火的零件，应进行預先热处理，以获得良好的原始組織。調质处理后的組織是較細的索氏体組織，作为高频淬火的原始組織較为理想，但調质工艺比較复杂，周期长，成本高，所以也有用正火来代替調质作預先热处理的。鋼中如果有帶狀的鉄素体或大块鉄素体存在，經高频淬火后，会造成軟点或硬度不匀，所以高频用鋼在淬火前不应作退火处理。表 IV-1-3 列有常用的高频用鋼及其用途。表 IV-1-4，表 IV-1-5 及表 IV-1-6 分別为高频淬火鋼的弯曲扭轉强度，冲击韌性和疲劳强度。

表 IV-1-3 常用的高频用鋼及其用途

序 号	鋼 号	用 途	注
1	35	用于拖拉机变速箱换挡叉和油泵軸等	换挡叉叉口部分 $R_C 35-40$ 曲軸、凸輪用“精选鋼” 凸輪及軸頸部分进行高频淬火 含 C 0.5~0.55%
2	40	用于汽車和拖拉机之变速軸，以及齿輪、凸輪等	
3	45	用于汽車、拖拉机和农用柴油机之曲軸、凸輪以及汽車和拖拉机之半軸等	
4	50	用于拖拉机支重台車軸	
5	45Mn2	用于齿輪和截面較小的零件。可代替 40 Cr 鋼	
6	50Mn	用于汽車曲軸等	
7	40 Cr	用于汽車和拖拉机的齿輪等	

表 IV-1-4 高频淬火后的弯曲及扭轉强度

鋼 号	高 频 工 艺	弯 曲 强 度			扭 轉 强 度	
		σ_b kG/mm ²	σ_p kG/mm ²	R_C	τ_b kG/mm ²	τ_p kG/mm ²
40	920°C 淬火，180~200°C 回火	450	255	56	160	94
40Cr	960°C 淬火，180~200°C 回火	460	260		172	96

注：弯曲試样尺寸为 $\phi 10 \times 100\text{mm}$ 。扭轉試样尺寸为 $\phi 12\text{mm}$ 。

表 IV-1-5 高频淬火后之冲击韌性 [26]

鋼 号	原 始 状 态	淬 火 层 厚, mm	回 火 温 度, °C	$a_K, \text{kG}\cdot\text{M}/\text{cm}^2$ (3~6个試棒的平均值)
40	正 火	—	—	4.7
	正 火	1.5	200	2.4
	正 火	2.5	200	2.5
	調 质	—	580	13.6
	調 质	1.5	200	9.4
	調 质	2.5	200	9.2
40 Cr	調 质	—	600	11.0
	調 质	1.5	200	9.8
	調 质	2.5	200	8.6

表 IV-1-6 高頻淬火後之疲勞強度 [25]

鋼 號	熱 處 理	σ_{-1}	
		kG/mm ²	%
40	原始狀態 (正火)	29.0	100.0
	淬火層厚 1.5mm, 200°C 回火	44.3	152.8
	淬火層厚 1.5mm, 350°C 回火	41.3	142.4
	淬火層厚 2.5mm, 200°C 回火	36.7	126.6
	淬火層厚 2.5mm, 350°C 回火	36.3	125.2
	調質 (850°C 淬火, 580°C 回火)	41.8	144.0
	調質 + 淬火層厚 1.5mm, 200°C 回火	40.0	137.9
	調質 + 淬火層厚 1.5mm, 350°C 回火	45.0	155.2
	調質 + 淬火層厚 2.5mm, 200°C 回火	36.5	125.7
	調質 + 淬火層厚 2.5mm, 350°C 回火	44.0	151.8
40Cr	供 應 狀 態	32.8	100.0
	調質 (900°C 淬火, 600°C 回火)	47.3	144
	調質 + 淬火層厚 1.5mm, 200°C 回火	56.5	172
	調質 + 淬火層厚 1.5mm, 350°C 回火	58.8	179
	調質 + 淬火層厚 2.5mm, 200°C 回火	66.5	203
	調質 + 淬火層厚 2.5mm, 350°C 回火	57.5	175

§ 4 彈 簧 鋼

為了保證彈簧的正常使⽤ (尤其是在高負荷情況下), 要求製造彈簧⽤的鋼材具有高的強度, 高的彈性極限、疲勞強度以及足夠的韌性和塑性。為了滿足以上要求, 彈簧鋼⾸先要有較高的含碳量、純度和高的冶煉質量。彈簧鋼按其化學成分可分為碳素彈簧鋼和合金彈簧鋼⼆類。按照供應狀態的機械性能, 彈簧鋼亦可分為如下⼆類:

(1) 在供應狀態時具有彈簧成品所需要的機械性能的鋼, 因此在加工後只需進⾏低溫回火, 以消除在冷拉和卷繞時所產⽣的應⼒。

(2) 熱軋或退火狀態供應的彈簧鋼, 當加工製造彈簧後, 尚需進⾏熱處理 (淬火及中溫回火)。

表 IV-1-7 所列為彈簧鋼的性能和⽤途。

表 IV-1-8 為某些彈簧鋼 淬火回火後的抗拉和抗扭強度。

表 IV-1-7 常用彈簧鋼的性能及其⽤途

鋼 號	熱 處 理	σ_b	σ_s	δ	ψ	用 途
		kG/mm ²	kG/mm ²	%	%	
不 小 于						
65	840°C 淬火, 油冷, 480°C 回火	100	80	9	35	} 制造汽車上各种螺旋彈簧及 輕型汽車的鋼板彈簧
75	820°C 淬火, 油冷, 480°C 回火	110	90	7	30	
85	820°C 淬火, 油冷, 480°C 回火	115	100	6	30	
60Mn	830°C 淬火, 油冷, 480°C 回火	100	80	9	35	
65Mn	830°C 淬火, 油冷, 480°C 回火	100	80	8	30	
55SiMn	880°C 淬火, 油冷, 460°C 回火	130	120	6	30	} 制造汽車上各种螺旋彈簧及 鋼板彈簧
60SiMn	860°C 淬火, 油冷, 460°C 回火	130	120	5	25	
55Si2Mn	870°C 淬火, 油冷或水冷 460°C 回火	130	120	6	30	} 制造各种螺旋彈簧和鋼板彈 簧
60Si2Mn	870°C 淬火, 油冷, 460°C 回火	130	120	5	25	
50CrMn	840°C 淬火, 油冷, 490°C 回火	130	110	5	35	} 制造中型及重型汽車的汽門 彈簧及鋼板彈簧
50CrMnV	850°C 淬火, 油冷, 520°C 回火	132	120	6	35	

(續)

鋼 号	热 处 理	σ_b	σ_s	δ	ψ	用 途
		kG/mm ²	kG/mm ²	%	%	
50 CrVA	850°C 淬火, 油冷, 520°C 回火	130	110	10	45	同上及拖拉机的柴油泵柱塞弹簧和噴油嘴弹簧
正級碳素 弹簧鋼絲	冷卷后回火处理 250~320°C	—	—	—	—	制造拖拉机密封弹簧和弹簧挡环
中級碳素 弹簧鋼絲	冷卷后250~340°C 回火处理	—	—	—	—	制造拖拉机轉向离合器大小弹簧和压紧弹簧、变速杆弹簧、分离杆弹簧、推杆大小弹簧、支重輪和导向輪密封弹簧、活塞銷鎖环等
高級碳素 弹簧鋼絲	冷卷后250~320°C 回火处理	—	—	—	—	制造拖拉机輪油泵拖杆弹簧、輪油泵活塞弹簧、气閥弹簧、气閥挡环等
特高級 弹簧鋼絲	冷卷后250~320°C 回火处理	—	—	—	—	制造拖拉机柴油泵止回閥弹簧、調速器内外弹簧、起动机活塞銷鎖环等

表 IV-1-8 淬火回火后弹簧鋼的抗拉及抗扭强度 ($\delta \geq 5\%$, $\psi \geq 20\%$)

鋼 号	抗 拉 强 度						H_B	$\frac{\tau_p}{\sigma_b}$	$\frac{\tau_b}{\sigma_b}$	$\frac{\tau_s}{\sigma_b}$	$\frac{\tau_p}{\sigma_p}$	$\frac{\sigma_p}{\sigma_b}$	E kG/mm ²	G kG/mm ²
	σ_p kG/mm ²	σ_s kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	τ_p kG/mm ²	τ_s kG/mm ²	τ_b kG/mm ²								
65	—	80	100	—	42	57	255	—	0.57	0.52	—	—	21,000	8080
70	—	85	105	—	47	60	269	—	0.57	0.55	—	—	21,000	7950
75	—	90	110	—	48	64	285	—	0.58	0.53	—	—	19,500	8000
85	—	100	115	—	53	62	302	—	0.54	0.53	—	—	19,500	7800
60Si2Mn	180	—	210	86	—	135	430	0.41	0.64	—	0.48	0.85	20,500	8000
50CrMn	139	—	160	74	—	118	455	0.46	0.74	—	0.53	0.87	21,000	7950
50CrVA	120	—	150	90	—	140	401	0.60	0.93	—	0.75	0.8	21,000	8150

§ 5 冷冲压鋼

汽車和拖拉机用的冷冲压鋼大致可分为二类:

(1) 薄鋼板: 厚度小于 4mm, 用来制造車身、駕駛室、发动机罩、翼子板等不承受載荷的各种复盖零件。这类鋼有良好的深冲性能。常用的鋼号有 08、08F、10 及 10F 等; 較普遍采用的是 08F 及 10F 沸腾鋼板。要求偏析和夹杂物愈低愈好。

(2) 中厚鋼板: 厚度为 4~11mm, 用来制造承受一定負荷的零件, 如大梁、横梁、踏脚板等。这一

类鋼既要求有良好的冲压性能, 又要求有一定的强度和承受冲击的能力。常用的鋼号有 25、35、30Mn2、16Mn 及 30MnTi 等。

冷冲压鋼的冲压性能与成型性能的好坏, 除了与工艺条件如拉延力、变形速度、鋼板厚薄、間隙大小、潤滑剂等因素有关外, 更重要的是与鋼材供应状态时的质量有密切关系。对它要求如下:

(1) 化学成分: 冲压性能的好坏与含碳量有关, 低的含碳量有助于深冲压, 所以深冲压的鋼板含碳量应在 0.1% 以下, 含碳量較高的, 可作一般冲压

件。凡與鐵能形成固溶體的元素如硅（沸騰鋼的 $Si \leq 0.03\%$ ，鎮靜鋼為常量）、鉻（ $<0.15\%$ ）、磷等應保持在最低的容許含量內。

（2）機械性能：

a. σ_s 與 σ_b 的比值愈小，塑性愈好，有利於沖壓，這對深沖壓件具有很重要的意義。根據蘇聯高爾基汽車廠生產前後翼子板的經驗， σ_s/σ_b 之比值應 ≤ 0.65 。

b. 塑性愈高，沖壓性能愈好，一般汽油箱和翼子板等深拉伸零件的伸長率約為 $30 \sim 35\%$ 。大梁車架之伸長率可較低，約為 $15 \sim 25\%$ 。

c. 硬度低的鋼板可以作深沖壓件，硬度較高的可用作一般的沖壓件。

（3）顯微組織：粒（球）狀珠光體最好；片狀珠光體沖壓性能差。碳化物沿晶界分布時性脆，沖壓

時易形成裂紋。帶狀組織和非金屬夾雜物，均對冷沖壓不利。晶粒度應均勻而細小，一般薄鋼板最適宜的晶粒大小為 $6 \sim 7$ 級；中厚鋼板（非深沖鋼板）可大至 5 級。粗的或者過細的晶粒，對沖壓皆不利，前者在深沖壓時易產生裂紋；後者鋼板的彈性較大，沖壓時易損壞模子或使零件開裂。用作冷沖壓的鋼板，不允許有夾層。

（4）时效性能：沖壓鋼板由於有屈服平台的現象，而使鋼板在壓延時產生滑移綫。沖壓鋼板（尤其是沸騰鋼）經冷軋後放置一段時間會產生时效作用，再沖壓時表面出現“流綫”、“波浪形”等缺陷，零件經酸洗和噴漆後呈桔皮狀，影響外觀，尤其對小轎車等更不允許存在，因此，要求沖壓鋼板的时效敏感性愈低愈好。

表 IV-1-9 列有幾種沖壓鋼的機械性能。

表 IV-1-9 常用沖壓鋼的機械性能

鋼 號	σ_b kG/mm ²	σ_s kG/mm ²	δ %	ψ %	α_{τ} kG·M/cm ²	H _B	用 途
G2, G3	—	—	—	—	—	131	製造拖拉機發動機翼子板、駕駛室底板、前後邊板、各種支架角板等
08	32	18	34	60	—	131	製造車箱、駕駛室、發動機罩、風扇葉片、散熱器護罩等復蓋零件
08 F	33	20	33	60	—	131	
10	34	21	31	55	—	137	
25	46	28	24	50	10	170	製造汽車上大梁、橫梁及車架等
25 F	43~50	28~37	17~34	—	—	111~131	
35	53	32	21	45	9	187	
16Mn	52	36	21	—	—	—	
30MnTi	—	—	—	—	—	—	
30Mn2	75	60	12	45	8	207	

注：16 Mn 為直徑小於 16 mm 的試棒數據。
30 Mn2 系經過 840℃ 淬火、500℃ 回火水冷的性能。

§ 6 冷鍛用鋼

在現代化的汽車和拖拉機製造業中，廣泛地採用冷鍛工藝來生產互換性較高的標準件，如螺釘、銷釘、螺栓、螺母及圓頭螺釘等。它的優點是材料利用率高，產量高（適合於成批和大量生產），成本低。在生產中每個零件的壓縮比都比較高（最大的可達 85%），由於它一次成形，因此要求冷鍛用鋼具有很高的塑性，高的表面光潔度，以便零件在冷鍛過程中易于成型而不致產生裂紋，同時又保證冷鍛成型的零件得到高的精確度。鋼材的表面質量和內部缺陷是影

响冷鍛時形成開裂的主要原因，尤其是鋼材的表面質量更為重要。

鋼的含碳量對冷鍛鋼的性能有很大影響，隨著含碳量的提高，鋼的強度、硬度升高，塑性降低，冷鍛性能就差，所以鋼中含碳量超過 0.25% 時，對冷鍛變形較大的零件，應先將冷鍛鋼進行球化退火處理，以改善鋼的塑性。鋼的顯微組織對鋼的冷鍛性而言以球（粒）狀珠光體最好，層片狀珠光體較差。

冷鍛鋼的表面不允許有任何肉眼可見的重皮、折迭、斑疤、刻痕、裂紋等缺陷。否則在冷鍛時會產生裂紋。鋼材表面脫碳層深度不應超過其直徑的 2%。

鋼內部不允許有严重的夹杂物、夹层、疏松、縮孔和显著的偏析存在。这些缺陷都是导致冷鍛时开裂的原因。性能。

表 IV-1-10 常用冷鍛鋼化学成分及其机械性能 [27]

鋼 号	化 学 成 分 (不大于)						机 械 性 能 (不小于)						用 途
	C	Mn	Si	S	P	Cr	冷压力加工鋼			退 火 鋼			
							σ_b kg/mm ²	δ %	ψ %	σ_b kg/mm ²	δ %	ψ %	
10	0.07~0.15	0.5	0.03	0.04	0.04	—	42	8	50	30	26	55	制造鉚釘、螺 母、半圆头螺 釘、开口銷等
15	0.12~0.2	0.5	0.07	0.04	0.04	—	45	8	45	35	23	55	制造鉚釘、开 口銷、彈簧插銷 等
20	0.17~0.25	0.5	0.07	0.04	0.04	—	50	7.5	40	40	21	50	制造六角螺 釘、螺栓、彈簧 座、固定銷等
35	0.32~0.4	0.6	0.2	0.04	0.04	—	60	6.5	30	48	15	45	—
45	—	—	—	0.04	0.04	—	—	—	—	—	—	—	制造螺栓
15Cr	—	—	—	0.04	0.04	0.7~1.0	—	—	—	—	—	—	—
40Cr	0.35~0.42	0.5~0.8	0.2	0.04	0.04	0.8~1.1	—	—	—	60	14	50	—

第 2 节 汽车、拖拉机及农用柴油机主要零件的热处理

§ 1 曲 軸

曲軸是发动机中最主要的零件之一，它承受发动机周期性变化着的气体压力、活塞連杆組的往复慣性力、迴轉慣性力和曲柄間的扭轉应力的作用；这些力在軸頸表面造成很高的单位压力；在高速的发动机中，还产生扭轉振动的影响。因此制造曲軸的材料要求具有高的机械强度、刚性和冲击韌性；軸頸部分需要有高的耐磨性及疲劳强度。

近年来国产汽車、拖拉机的曲軸多采用45号鋼制造，并在軸頸部分进行表面淬硬，以提高其耐磨性及疲劳强度。在大量生产的工厂中，为了保証工艺上的稳定性并获得高的热处理质量，常要求选用含碳量范围較窄的“精选鋼”（C 0.42~0.47% 或 C 0.45~0.5%）在农用柴油机中，近来也有采用球墨鑄鉄制造曲軸，实际試用結果証明，效果良好，制造成本亦因此而显著地降低。

表 IV-1-11 为曲軸常用材料及其技术条件。

表 IV-1-11 曲軸常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
45	正火, H_B 163~196, 軸頸高频淬火, 淬火层深度 3~4.5mm, R_C 52~62	解 放 牌
45 (0.42~0.47% C)	調质, H_B 207~241, 軸頸高频淬火, 淬火层深度 $\geq$ 3.5mm, R_C 52~62	东 方 紅 —54

(續)

原 設 計 鋼 号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
45	調质, $H_B 217$, 軸頸高频淬火, $R_C 50 \sim 55$	2105
45	同解放牌	M-20, ГАЗ-51
50	正火, $H_B 216 \sim 228$, 軸頸高频淬火, 淬火层深度 $5 \sim 5.5\text{mm}$, $R_C 56 \sim 58$	A-111 (西德)
50Mn	正火, $H_B 187 \sim 241$, 軸頸高频淬火, 淬火层深度 $3 \sim 4.5\text{mm}$, $R_C 52 \sim 63$	ЯАЗ-204, МАЗ-200 МАЗ-205

§ 2 凸 輪 軸

凸輪軸經常承受滾輪、推杆、搖杆、挺杆、气閥彈簧等零件传来的慣性力、气閥的推力及由凸輪传来的扭力等复杂应力；由于零件相互間存在間隙，凸輪軸还承受冲击載荷。凸輪表面是在干摩擦情況下工作，因此要求材料具有高的机械强度和刚性，較好的韌性以及高的硬度和耐磨性。

过去凸輪軸材料多采用滲碳鋼制造，軸頸与凸輪部分通过滲碳、淬火、低温回火，以提高其硬度和耐磨性。但是这样的工艺較复杂，因此受到一定的限

制。国产解放牌汽車、东方紅—54拖拉機和部分农用柴油機采用了中碳鋼局部高频淬火的工艺来代替低碳鋼滲碳。

近年来鑄铁的凸輪軸有了一定的发展，如跃进牌汽車发动机和部分农用柴油機的凸輪軸已采用球墨鑄铁制造。在美国的汽車中，如〔林肯〕、〔福特〕、〔道奇〕、〔司蒂佩克〕、〔派克〕、〔卡特拉克〕等汽車均已采用低合金鑄铁或可鍛鑄铁，并将凸輪及軸頸部分进行不同程度的表面淬火。經過适当处理的鑄铁凸輪軸在耐磨性方面优于鋼制的凸輪軸。

表 IV-1-12 所列为凸輪軸所用材料及其技术条件。

表 IV-1-12 凸輪軸常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
45 (0.42~0.47% C)	正火，高频表面淬火，淬火层深度 $2 \sim 4.5\text{mm}$ ；軸頸 $H_B 143$ ；齿部 $R_C 40 \sim 56$ ；凸輪 $R_C 53 \sim 62$	解 放 牌
45 (0.42~0.47% C)	正火, $H_B 156 \sim 217$, 高频表面 淬火, 凸輪及軸頸淬火层深度 $2.3 \sim 5.3\text{mm}$, $R_C 54 \sim 62$ ；軸肩淬火层深度 $1.5 \sim 5.3\text{mm}$ ； $R_C \geq 35$	东 方 紅—54
45	正火，高频淬火 $R_C 50 \sim 55$	2105
20, 20Cr, 20 Mn, 18CrMnTi	滲碳，滲碳层深度 $1.3 \sim 1.9\text{mm}$ ；淬火，回火， $R_C 56 \sim 63$	—
球 墨 鑄 铁	—	—

§ 3 連 杆

連杆連接活塞和曲軸，它把汽缸內的气体压力由活塞經連杆传给曲軸，驅動曲軸迴轉。在工作中它承受迅速变化着的反复拉伸、壓縮和横向弯曲等应力，

因此要求連杆用的材料具有較高的机械强度和疲劳强度、足够的刚性和韌性。

連杆常用的材料一般为45号鋼，但也有用低合金鋼制造的，如40MnB、40Cr。

表 IV-1-13 連杆常用材料及
其技术条件

原設計鋼号	技术条件及热处理	发 动 机 型 号
45 (0.42~0.47%C)	調质, $H_B 217 \sim 289$	东 方 紅-54
45	調质, $R_C 22 \sim 26$	4110
50	調质, $R_C 21 \sim 28$	NG-35 (西德)

§ 4 連杆螺栓

連杆螺栓是发动机中承受負荷較重的零件之一, 它承受很大的具有冲击性的迅速变化着的拉应力。发动机在运转中, 連杆螺栓的折断, 往往会引起破坏性事故, 因此在設計和制造上应特別注意。由于連杆螺栓的外形尺寸又往往受到地位的限制, 所以必需选择有較高的机械强度和冲击韌性以及有較好淬透性能的鋼, 材来制造。

連杆螺栓的材料, 国外一般多采用中碳鎳鉻合金鋼, 如40Cr、35CrMo、40CrNi 和40CrNiMo等来制造。

表 IV-1-14 連杆螺栓常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
40Cr	35Mn2	調质, $H_B 255 \sim 285$ 調质, $H_B 255 \sim 285$	解 放 牌 解 放 牌
40CrNi	40Cr	調质, $H_B 302 \sim 341$ 調质, $H_B 302 \sim 341$	东 方 紅-54 东 方 紅-54
37CrNi3A	35CrMo	調质, $R_C 24 \sim 28$ 調质, $R_C 24 \sim 28$	2105 2105
40Cr		調质, $R_C 34 \sim 35$	A-111 (西德)
42SiMn		調质, $R_C 25 \sim 30$	NG-35 (西德)

§ 5 活 塞 銷

活塞銷是連接活塞与連杆的重要零件, 它承受冲击性的交变弯曲应力, 长期在摩擦条件下工作, 由于潤滑条件較差, 承受的摩擦力也較大, 因此对活塞銷的材料提出如下要求:

- (1) 要有足够的机械强度和韌性;
- (2) 高的耐疲劳强度,
- (3) 高的耐磨性;

(4) 工作时变形小。

活塞銷的材料一般多采用渗碳鋼制造, 但也有用經表面加热淬硬的中 碳 鋼 来 代替低碳鋼或低碳合金鋼。

为了提高活塞銷的强度、韌性和耐磨性, 在渗碳后采用两次淬火及低温回火的热处理工艺, 其效果較好。第一次淬火是在高于 A_{c_3} 温度下进行, 目的在于細化心部晶粒; 第二次 淬火 是在高于 A_{c_1} 温度下进行, 目的在于使表面层淬硬。

表 IV-1-15 活塞銷常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
15Cr 20Cr	45	渗碳 1.0~1.4mm, 淬火, 回火, $R_C 56 \sim 62$ 高频淬火 $R_C 56 \sim 62$	解 放 牌 解 放 牌
12CrNi3A	18CrMnMo (22CrMnMo)	渗碳 1.4~1.9mm, 淬火, 回火, $R_C 56 \sim 62$ 渗碳 1.4~1.9mm, 淬火, 回火, $R_C 56 \sim 62$	东 方 紅-54 东 方 紅-54

(續)

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
—	20	渗碳 1.2~1.5 mm, 淬火, 回火, $R_C 50 \sim 60$	可用于輕型載重汽車及 农用柴油機
—	20Mn	渗碳 1.1~1.7 mm, 淬火, 回火, $R_C 56 \sim 62$	C—80
—	18CrMnTi	渗碳 1.4~1.9 mm, 淬火, 回火, $R_C 58 \sim 62$	可用于重型載重汽車
20Cr	—	渗碳 0.7~0.85 mm, 淬火, 回火, $R_C 60 \sim 61$	NG—35 (西德)

§ 6 气 閥

气閥是配气机构的重要零件。气閥端部露出在燃烧室中。进气閥在 300~400°C 下工作, 排气閥在 700~800°C 下工作, 尤其是排气閥較进气閥受到更高的气体压力, 并且还經常受到高温气体的冲刷。

气閥常見的故障是端部斜面被烧坏, 被腐蝕, 部分过热或熔化以及挠曲变形等。因此在設計配气机构时, 不仅要有合理的結構与工艺, 并且对材料的选用

有严格的要求:

(1) 根据进气閥及排气閥的工作温度, 要求材料具有足够高的高温强度;

(2) 在冷热交变的情况下, 材料的組織稳定及物理性能保持不变;

(3) 在工作温度下, 有适宜的抗氧化性及对燃烧气体的抗腐蝕性;

(4) 良好的冷加工及热加工工艺性。

表 IV-1-16 进气閥常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
40Cr	— 35SiMn	調质, $R_C 30 \sim 36$, 杆头淬火 $\geq R_C 45$ 調质, $R_C 30 \sim 36$, 杆头淬火 $\geq R_C 45$	解放牌, 跃进牌, 东方紅, 丰收, ГАЗ—51 解 放 牌
38CrSi	— 40Cr	調质, $H_B 269 \sim 311$, 杆头高频淬火 2.5~5 mm, $\geq R_C 40$ 調质, $H_B 269 \sim 311$, 杆头高频淬火 2.5~5 mm, $\geq R_C 40$	东 方 紅 —54 ДТ—24, ДТ—54 ДТ—24, ДТ—54
40Cr	—	調质, $R_C 21 \sim 25$, 杆头淬火 1.8~2.0 mm, $R_C 54 \sim 55$	L—4TA
27SiMn	—	調质, $R_C 21 \sim 22$, 杆头淬火 4.5~5 mm, $R_C 53 \sim 55$	A—111 (西德)
40SiMn	—	調质, $R_C 21 \sim 23$, 杆头淬火 4~4.5 mm, $R_C 52 \sim 55$	NG—35 (西德)

表 IV-1-17 排气閥常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
4Cr9Si2	—	調质, H_B 269~311, 杆头高频淬火 2.5~5 mm, $\geq R_C 40$	东 方 紅—54, 4110
4Cr10Si2Mo (閥杆用 40Cr 焊接)	—	調质, $\leq R_C 35$, 杆头淬火 $\geq R_C 45$	解 放 牌
2Cr18Ni9 (閥杆用 40CrNi 焊接)	—	杆部 $R_C 30\sim 35$, 杆头局部淬硬 $R_C 52\sim 63$	ЯА3—204
Cr13Ni9Si2	—	淬火, 回火 $\geq R_C 40$	ЗИЛ—110
—	4Cr3Si4	調 质	用于低载荷发动机上

§ 7 缸头螺栓

缸头螺栓是汽缸头与机体的紧固零件, 用以保証汽缸不漏气。它受到缸体内气体爆炸后高压的作用,

同时受到气缸头传来的热的作用。它对材料的要求和連杆螺栓差不多, 但受力情况沒有連杆螺栓严重, 而且外形尺寸也沒有像連杆螺栓受到地位的限制, 一般要求它具有足够的机械强度和冲击韌性即可。

表 IV-1-18 缸头螺栓常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
40Cr	— 35Mn2 45Mn2	H_B 285~321 H_B 285~321 H_B 255~285	解 放 牌 适用 $\phi 12\text{mm}$ 以下螺栓 适用于断面較大的螺栓
45	—	$R_C 24\sim 28$	适用于农用柴油机

§ 8 飞輪齿圈

飞輪齿圈是发动机用作起动的零件, 它受到冲击与弯曲应力的作用。齿圈热套在飞輪輪緣上, 内部具

有很大的装配应力, 因此除保証牙齿部分有足够的强度和耐磨性外, 还应选择合理的配合形式, 过盈不宜过大或过小。

表 IV-1-19 飞輪齿圈常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
45	正火, $H_B 156\sim 217$, 齿部高频淬火 $\geq 1.5\text{mm}$, $R_C 38\sim 46$	东 方 紅—54
45	調质, $R_C 30\sim 35$	4110
45	調质, H_B 241~286	ДТ—54
45	調质, $R_C 24\sim 30$	ДТ—24

§ 9 油泵、油嘴偶件——油泵套筒、油泵
芯子、油針、油針體、出油閥和出油閥座

油泵、油嘴是柴油機的心脏，它定時定量而且十分頻繁地將油料按照規定形狀與方向細密而均勻地噴射到燃燒室去。油料通過油嘴時具有很高的噴油壓力，因此對油嘴的製造，不僅要求有很高的精度和光潔度，並且對材料也提出了下列各項要求：

(1) 高的耐磨性與抗腐蝕性，熱處理後的硬度

應達到 $Rc60\sim62$ ；

(2) 熱處理後不應有變形，精研時易於達到精確的形狀和尺寸；

(3) 在工作過程中能保持零件的尺寸和幾何形狀不變；

(4) 配合件的密合面易於磨合；

(5) 配合件的热膨脹系數較接近。

CrWMn 是製造油泵和油嘴偶件較好的材料，其次 CrMn 和 GCr15 也被廣泛地採用。

表 IV-1-20 油泵、油嘴偶件常用材料及其技術條件

原 設 計 鋼 號	推 荐 鋼 號	技 術 條 件 及 熱 處 理	發 動 機 型 號
CrWMn	GCr15	淬火，回火，冷處理，回火，時效， $Rc60\sim65$ 淬火，回火，冷處理，回火，時效， $Rc60\sim65$	東方紅—54 的油 泵 柱 塞付 東方紅—54 及 農 用 柴 油 機 油 泵 柱 塞 付
W18Cr4V	GCr15	淬火，回火，時效， $Rc60\sim65$ 淬火，回火，時效，加工，時效， $Rc60\sim64$	東方紅—54 的油 針 農 用 柴 油 機 的 油 針
GCr15		淬火，回火，時效，出油閥， $Rc60\sim65$ ，出油閥座 $Rc59\sim64$	東方紅—54 的 出 油 閥 及 出 油 閥 座
18Cr2Ni4WA		滲碳 0.6~1.0 mm，淬火，冷處理，回火， $\geq Rc56$	東方紅—54 的 油 針 體
18Cr2Ni4WA		滲碳 0.5~1.0 mm，淬火，冷處理，回火， $Rc56\sim60$	ДТ—24，ДТ—35 ДТ—54

§ 10 齒 輪

汽車和拖拉機的變速箱齒輪及拖拉機的中央傳動齒輪，在工作時承受交變彎曲應力的作用，在換擋時又承受沖擊，齒的表面在帶有滑動的滾動摩擦下受到磨損，尤其在換擋或滿負荷條件下工作時，齒輪承受的應力更為繁重。拖拉機較汽車的工作條件惡劣，承受負荷更高。在拖拉機上中央傳動部分的齒輪較變速箱部分的齒輪受力更大，因此必需根據齒輪不同的工作條件，選擇其最適宜的鋼材。

齒輪的材料必需具有高的疲勞強度，適宜的心部韌性，齒的表面要耐磨。為了滿足這些要求，一般採用表面滲碳、氰化或高頻淬火等工藝，以提高其表面的強度和耐磨性。通常採用的是表面滲碳法。滲碳層

表面含碳量一般認為在 1% 左右為最好，滲碳層深度應為基圓上齒厚的 $\frac{1}{6}\sim\frac{1}{5}$ 。

變速箱齒輪滲碳層深度為 0.8~1.0 mm，差速器齒輪 1.0~1.2 mm，後橋齒輪 1.2~1.5 mm，心部的硬度大於 $Rc30$ 。

後橋齒輪受力較大，齒表面應具有足夠高的強度，滲碳層深度一般為 1.2~1.5 mm，其模數一般比變速箱的齒輪大。為了使其心部有足夠的強度，應選擇淬透性較好的鋼材製造。

拖拉機最終傳動齒輪的傳動扭矩較大，齒面承受的单位壓力較高，齒輪離地面近，密封性不好，砂土、灰塵容易鑽入，工作條件較上兩種齒輪更為惡劣，因此國外生產的拖拉機最終傳動齒輪，多採用鎳鉻合金滲碳鋼製造。

表 IV-1-21 齒輪常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
18CrMnTi	— 20MnMoB 20SiMnVB	渗碳 1.2~1.6mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C56\sim62$, 心部 $\geq R_C30$ 渗碳 1.2~1.6mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C56\sim62$, 心部 $\geq R_C30$ 渗碳 1.2~1.6mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C56\sim62$, 心部 $\geq R_C30$	解放牌, 东方紅二速齿輪, 后桥齿輪 解放牌二速齿輪 东方紅—54 二速齿輪
30CrMnTi	— 30MnTiB 20MnTiB	渗碳 0.85~0.95mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C58\sim60$, 心部 R_C50 渗碳 0.7~0.76mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C56\sim58.5$, 心部 $R_C42\sim45$ 渗碳 0.7~0.76mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C57\sim59$, 心部 $R_C34\sim36$	解放牌二速齿輪, 后桥齿輪 解放牌二速齿輪, 后桥齿輪 解放牌二速齿輪, 后桥齿輪
20CrNi3A	— 22CrMnMo	渗碳 1.3~1.8mm, 淬火, 回火, 齿面 $R_C56\sim63$, 心部 $\geq R_C27$ 渗碳 1.3~1.8mm, 淬火, 回火, 齿面 $R_C56\sim63$, 心部 $\geq R_C27$	东方紅—54, 紅旗—80 最終传动主动及被动齿輪 东方紅—54
20CrMn	—	渗碳 1.23~1.45mm, 淬火, 回火, 齿面 $R_C60\sim62$, 心部 $R_C27\sim29$	NG—35 (西德) 后桥齿輪
20CrMn	—	渗碳 1.2~1.23mm, 齿面 $\geq R_C58$, 心部 $R_C25\sim29$	NG—35 (西德) 最終传动主动及被动齿輪

§ 11 变速箱軸

变速箱軸在变速箱中主要是传动发动机和齒輪轉矩, 不論在花鍵部分或在齒輪部分均受到很高的单位压力和冲击力, 軸承則受弯曲扭轉疲劳应力的作用, 因此軸的材料必需具有很好的刚性、强度和韌性, 以

免弯曲而使牙齿接触不良, 造成負荷不均匀。軸的花鍵部分或齒輪部分在較高的压应力和冲击下受到磨損, 表面需要有較高的硬度、耐磨性和疲劳强度。

变速箱軸一般用調质鋼制造, 軸頸和花鍵部分經高频淬火或氰化处理, 但也有用渗碳鋼制造的。

表 IV-1-22 变速箱軸常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
45	—	調质, $H_B269\sim321$, 花鍵軸頸高频淬火 $\geq 1.6\text{mm}$, $\geq R_C50$	东方紅—54第一軸
40Cr	—	正火, $R_C45\sim50$	跃进牌
33CrSiA	—	淬火, 回火, $H_B255\sim302$	紅旗 80 第一軸
18CrMnTi	—	渗碳 1.2~1.6mm, 直接淬火, 回火, $R_C56\sim62$	解放牌
18CrMnTi	—	渗碳 1.3~1.8mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C56\sim63$, 心部 $\geq R_C20$, 槽 $\leq R_C28$, 軸肩高频淬火 $R_C45\sim62$	东方紅—54
—	40Mn	采用表面淬火或氰化	适用于輕型載重汽車

(續)

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
—	20MnTiB	渗碳 1.0~1.15 mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C 58 \sim 60$, 心部 $R_C 37 \sim 40$	适用于中型及重型汽車
—	20MnMoB	渗碳 1.1~1.2 mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C 58 \sim 60$, 心部 $R_C 40$	适用于中型及重型汽車
—	30CrMnTiB	渗碳 0.7~0.76 mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C 56 \sim 58.5$, 心部 $R_C 42 \sim 45$	适用于中型及重型汽車
—	20CrMnMo-VB	渗碳 1.15~1.25 mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C 57 \sim 59$, 心部 $R_C 34 \sim 36$	适用于中型及重型汽車
—	20MnVB	渗碳 1.1~1.15 mm, 直接淬火, 回火, 齿面 $R_C 58 \sim 60$, 心部 $R_C 37 \sim 40$	适用于中型及重型汽車
20CrNi3A		渗碳 1.2~1.7 mm, 淬火, 回火, $R_C 56 \sim 63$	紅旗 80 第二軸

§ 12 后半軸、轉向节及履带式拖拉机的导向輪軸

后半軸、轉向节及履带式拖拉机的导向輪軸在工

作时承受冲击、反复弯曲、疲劳和扭应力的作用, 要求材料有足够的抗弯强度、疲劳强度和較好的韌性。

表 IV-1-23 后半軸等常用材料及其技术条件

原 設 計 鋼 号	推荐鋼号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
40Cr	40Mn2	調质, 半軸 $H_B 340 \sim 418$, 轉向节 $H_B 241 \sim 288$, 导向輪軸 $H_B 285 \sim 321$	解放牌, 东方紅—54
	40MnB	調质, 半軸 $H_B 340 \sim 418$, 轉向节 $H_B 241 \sim 288$, 导向輪軸 $H_B 285 \sim 321$	解 放 牌
	40MnVB	調质, 半軸 $H_B 340 \sim 418$, 轉向节 $H_B 241 \sim 288$, 导向輪軸 $H_B 285 \sim 321$	解放牌, 东方紅—54
40Cr	—	調质, $H_B 241 \sim 285$	解放牌, 东方紅—54
			KД—35

§ 13 彈 簧

为了保証彈簧 (尤其是在高負荷下工作的) 的正常工作, 彈簧材料必需具有高的弹性、疲劳强度以及

足够的塑性和韌性。彈簧用材料不应有非金属夹杂物和其他缺陷 (如白点、气孔、刮伤、发裂及較厚的脫碳层)。

表 IV-1-24 彈簧常用材料及其技术条件

鋼 号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号 及 其 用 途
55Si2Mn	淬火, 回火, $H_B 363 \sim 441$	解放牌鋼板彈簧, 东方紅—54悬挂彈簧, 张紧彈簧
60Si2Mn	淬火, 回火, $H_B 341 \sim 441$	紅旗 80 张紧彈簧 (小彈簧)
60Si2CrA	淬火, 回火, $H_B 341 \sim 441$	紅旗 80 张紧彈簧 (大彈簧)

(續)

鋼 号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号 及 其 用 途
50CrVA	淬火, 回火, $R_{\sigma}40\sim47$	东方紅—54柴油泵柱塞弹簧, 噴油嘴弹簧
50CrVA	淬火, 回火, $R_{\sigma}42\sim47$	农用柴油机气閥弹簧
OBC (苏联牌号)	回火	东方紅—54气閥弹簧
B—I (苏联牌号)	回火	ДТ—24 气閥弹簧
50CrMnA	淬火, 回火, $H_B363\sim415$	ГАЗ—51鋼板弹簧

§ 14 履 带 板

履带板按结构可分为組合式和整体鑄造两种。紅旗采用組合式的履带板, 东方紅—54采用高錳鋼整体

鑄造的履带板。履带板是拖拉机最易磨損的零件之一, 它要求材料必需有很好的耐磨性以及足够的强度和韌性。

表 IV-1-25 履带板常用材料及其技术条件

鋼 号	技 术 条 件 及 热 处 理	发 动 机 型 号
45 (型钢)	淬火, 回火, $H_B321\sim418$, 滾道表面淬火, $H_B255\sim269$	紅旗—80
45Mn	$H_B 212\sim248$	Bristol—22
ZGMn13	淬火, $H_B 156\sim229$	东方紅—54
ZGMn13	淬火, $H_B 217\sim255$	КД—35

参 考 文 献

1. 第一汽車厂: 汽車、拖拉机、內燃机专业用鋼系統會議記錄, 1958. 8。

2. 汽車研究所: 重型載重汽車上調质硼鋼使用的研究。

3. 第一汽車厂: 55Si2弹簧鋼板性能試驗。1956. 12。

4. 綦江汽車配件厂: 本厂制造汽車鋼板弹簧与国外样品质量比較报告, 1957. 3。

5. 南京汽車厂技术处报导: 45鋼表面渗鋁, 1959. 2。

6. 第一汽車厂: 40MnB等新鋼种的性能試驗, 1960. 1。

7. 第一汽車厂: 20MnTiB等新鋼种的性能試驗, 1960. 1。

8. 第一汽車厂: 用錳鋼 (35Mn, 45Mn2) 代替40Cr鋼制造解放牌汽車零件, 1958. 11。

9. 第一汽車厂: 工艺卡。

10. 机械科学研究院材料研究所: 排气閥的代用及工作溫度的測定。

11. 拖拉机生产工厂資料 (产品图号、工艺文件 和有技术资料)。

12. 东北工学院金屬学与热处理教研室編: 合金鋼, 1960。

13. 許清昌編: 金屬学与鋼鉄热处理, 1960。

14. 周南兴等編: 机械工程材料手册, 1959。

15. 交通大学內燃机教研組編: 內燃机动力学构造与計算, 1958。

16. 孔歇尔、基尔格、毕格勒著: 工业用鋼, 中譯本, 1959。

17. 苏联汽車工业, 1959, № 9。

18. А. А. 瓦西連柯等著: 高强度鑄鉄, 中譯本, 1959。

19. 罗赫林著: 船用活塞式发动机制造 工艺学, 1955。

20. Н. Т. 古德佐夫等主編: 金屬学与热处理手册 (3, 5, 7 分册), 中譯本, 1959。

21. А. С. 奥尔林主編: 內燃机卷二, 第一、二分册, 中譯本, 1959。

22. Справочник по машиностроительным материалам, Том I, Машгиз 1959。