

工具鋼的選擇



中国五金进口公司

工具鋼的選擇

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国五金进口公司

导 言

对于一定类型的工具，本書是選擇鋼料的指南。本書的目的，不是要为各种工具鋼料提供一套正确的热处理工艺，而是要对各种工具鋼料作一次总的探討。有关鋼料的热处理和机械性能的一些数据，大多数引自鋼厂的产品样本，目的在于便利讀者正确的選擇各种鋼料。故这些数据，仅可作为参考。書中選擇了普达鋼作为討論的对象，这是因为普达鋼厂生产各种产品，它的产品目录中包括适合于各种用途的一系列鋼种。

附表中所列鋼料的化学成份和捷克国家标准的规定相符合，但未註明硫磷含量。硫或磷的含量不得超过0.03%。

附表中也沒有註明錳和矽的含量。原因是書中談到化学成份，只是为了便利讀者選擇正确的鋼料。

从節約观点考虑問題，選擇鋼料时必须遵循一項原則，就是：如果可用低一級的鋼料制造工具时，一般都不采用高一級的合金鋼。

目 录

一. 如何正确选择制造工具的鋼料	1
二. 工具鋼的性質	3
1. 工具鋼的硬度	3
2. 淬硬深度	8
3. 淬火溫度的範圍	9
4. 淬火时的变形与內应力	11
三. 常用工具鋼概論	14
第1組 炭鋼	14
第2組 錳鈹鋼	18
第3組 鉻鋼	19
第4組 鉻鉍鋼	21
第5組 鎳鋼	22
第6組 鎢鋼	24
第7組 高速鋼	26
工具制造用的結構鋼	27
四. 工具的热处理	28
1. 鍛造	28
2. 正火	29
3. 消除內应力的退火	29
4. 軟化退火	30
5. 淬火	33
6. 回火	40
7. 冰冷处理	43
8. 化学热处理	44
A. 滲炭	44

B. 滲氮	45
C. 磷化	47
9. 工具刃部的电火花强化	47
五. 制造各种工具的鋼料	48
A. 制造塑性变形工具的鋼料	48
1. 鏈	48
2. 落鏈鍛床的鍛鏈	50
3. 鉚釘窩子	51
4. 中心冲及符号冲	53
5. 制造鉄釘鉚釘的頂鍛工具	54
6. 成批生产冲压模时所用的冷冲和热冲模	55
7. 压印用的冷压和热压冲模	57
8. 制造螺釘鉚釘的冷頂鍛模	58
9. 制造螺釘鉚釘的热頂鍛模	60
10. 热鍛模	62
11. 热挤压用的模子、芯棒和容器	66
12. 管子的挤压模和芯棒	71
13. 輥軋管子的芯棒	72
14. 压鑄模	73
15. 折卷冲模	76
16. 引伸冲模	77
17. 引拔模	78
18. 旋压(赶形)工具	80
19. 轆管工具	81
20. 冷軋金屬的軋輥	81
21. 冷軋与热軋金屬的軋輥	83
22. 搓絲板与搓絲輥	84
23. 風动工具的活塞	86
24. 塑料压制模	88

25. 压制玻璃器皿的模子和主冲	90
26. 压制陶瓷的工具	91
B. 制造切削工具的鋼料	92
a) 影响工具效能的主要因素	92
b) 切削工具性能上的要求	98
27. 車刀	102
28. 刨刀	111
29. 銑刀	111
30. 麻花鑽	115
31. 鉸刀	120
32. 絲攻和板牙	122
33. 冲孔冲模	125
34. 胚料模	126
35. 冲剪机刀片	127
36. 工業用剪刀片	129
37. 鋸条和鋸片	132
38. 拉刀	135
39. 銼刀	139
40. 木工刀具	141
41. 刀子、剪子和剪刀片	143
42. 外科工具	144
43. 刮刀	146
44. 風鑿	147
45. 手鑿	148
46. 冷热加工用的鑿子	150
47. 釵子	151
48. 鑿岩机的鑽鑿（釵子）	153
49. 鑽鑿的鑽冠和鑽孔刀	155
50. 石工鋸条	156

51. 石工鎚.....	156
52. 深井鑽頭.....	157
53. 鉗子、扳手和螺絲起子.....	161
54. 農業用刀具.....	162
C. 制造量具的鋼料.....	163
55. 卡規、样板、鋼尺和其他量具.....	163
56. 圓規、鴨嘴筆和兩腳規.....	165
六. 工具的堆焊	166
七. 工具的热处理工艺	168
八. 工具效能的檢查	171
九. 附表	176

一．如何正确選擇制造工具的鋼料

要把正确選擇工具鋼料的原則整理成为一套系統性的規定是相当困难的，因为按照習慣某些工具一向根据鋼厂牌号選擇鋼料。用戶們也常依照鋼厂的建議来使用鋼料，不了解这种鋼料的化学成份，有时甚至直接購用現成工具，根本不問这些工具采用什么鋼料制成。在各种工艺参考書籍及論文集里，对于材料問題只作一般性討論。在冶金專家們的著作中，对于鋼料問題，又只从鋼的生产和热处理的角度来討論問題，至于什么工具應該采用什么鋼料制造，最为适宜，談得較少。此外，正确選擇工具鋼料时，还須考虑机床的能力，以免在比較次要的工作上采用貴重的材料。对于热处理問題也須特別注意。除了进行一般的淬火和回火以外，近年来又出現了一些新的提高工具的使用寿命的方法，其中，首先是等溫淬火法。这个方法虽然很早就使用过，但是当时情况和目前不一样，尚未从理論性研究方面获得一套研究結果，所以曾經長期停留在試驗阶段上。即使是現在，这方面的資料还嫌不足，仍然缺乏詳細的指導材料和淬火特性曲綫。因此，这个新方法还没有完全脫离研究阶段。一般地說，在实际应用时，我們还須依靠平日积累的經驗，同时也依靠实地試驗。

关于鋼料的表面处理，有滲炭，液体滲氮，鍍硬鉻，磷化，以及电火花强化等方法。在这些方面，近来都有長足进步，这对延長工具寿命問題提供了解决途徑。最近又有一种新的提高工具寿命的方法，即冰冷处理（低溫处理）法。这个方法对于高速鋼來說具有重大意义。

選擇工具鋼料时，还有一个重要因素須要考虑，就是从工具的大小和形狀来看工具的热处理可能性如何。

按照工具的功用，可把它分为四类：

1. 塑性变形工具

2. 切削工具

3. 量具

4. 輔助工具

有些鋼料可以用来制造上述四类工具中的任何一类，有些鋼料只能用来制造其中的某一类工具。

1. 塑性变形工具 是对材料在塑性状态下进行加工的工具。为了节约工时和减少材料的消耗，同时也为了使材料获得較好的結晶組織，变形加工法的采用日益广泛，特別在机器零件制造业中。例如，使材料在塑性状态下經過碾軋，鍛造，压鑄或冲压加工变为成品，把玻璃或陶瓷压制为成品，以及使金屬在塑性状态下經過挤压加工取得一定形狀等，都是塑性变形作業。这些塑性变形加工方法，目前有被广泛采用的趋势。

塑性变形作業中采用的最原始的工具是錘。决定这样一件工具的质量的标准是这件工具的使用次数。对于工具鋼來說，主要的要求是表面坚硬而内部具有韌性。工具在工作中受到的应力由工具表面所受的压力以及被加工材料作用于工具表面时所产生的摩擦力組成。

2. 切削工具是用来把材料切削成一定形狀的工具。切削工具的作用与塑性变形工具不同。在切削工具上，起作用的只是它的一小部分，也就是工具的刃部。在很高的單位压力下刃部切入材料内部，把一部分材料切削下来，成为切屑。因此，刃部須承受很高的压力和摩擦力。由于这种压力集中在刃部，同时，被加工的材料又相对地移动着，就使得刃部的溫度升高，刀口因軟化而变鈍。由于这种原因，切削工具必須采用極硬的材料制造，以便在高溫下也不容易磨耗。在最合理的切削条件下，工具质量的高低是用切削速度和刃部的耐磨性能来評价的。关于这一点，下面討論到切削工具应该选用什么鋼料制造时，还要作进一步的說明。

3. 量具必須耐磨。除了測量面的硬度外，量具尺寸的稳定性也是一个重要条件。也就是說，制造量具的鋼料，經過热处理后，必

須沒有內應力，以免時間久了，量具的尺寸發生變化。

4. 輔助工具及裝置。這種工具雖然並不對材料進行加工，也須具有和工具相同的特性。屬於這類工具的有芯軸、夾具和套筒。這些工具同樣須有很硬的支承面和良好的韌性。屬於這類工具的還有鑽模的襯套。

二. 工具鋼的性質

為了正確選擇製造工具的工具鋼，必須對工具鋼的性質有一定程度的認識。工具須有較高（或很高）的硬度和良好的耐磨性能、還要能耐較高的溫度，以便保持刃口的鋒利；淬火時變形須極小，並且須有可靠的淬硬性。這些要求，除硬度一項外，都不能用數字來表示，只能在使用工具的過程中根據實際效果才能判斷優劣。

決定工具鋼性質的因素很多，如化學成份、冶煉方法、煉鋼原料的純淨程度、鋼材的加工和熱處理方法。假定它是最合理的冶煉和軋制方法製造出來，並且又在最合理的條件下加以熱處理，那末它的性質主要決定於化學成份。根據現階段我們對於鋼鐵金屬學所具有的知識，我們可以从化學成份來判斷工具鋼的性質，不過，有一點必須記住：對於某些特定的用途來說，高合金的工具鋼並不一定是最適當的工具鋼。

1. 工具鋼的硬度

硬度是用來鑑別工具鋼質量的最常用而且也是最簡便的檢查標準。

炭鋼的硬度在淬火後有顯著的提高；提高的程度與鋼的含炭量成比例。經過完全退火的鋼料硬度很低，此時，含炭量的高低對硬度的影響不大。未經退火和熱處理的鋼料，硬度較高。如果需要更高的硬度，須用含炭量較高的鋼料進行淬火（如圖1）。

含炭0.45%的鋼可以達到作為工具鋼所應有的足夠硬度。工

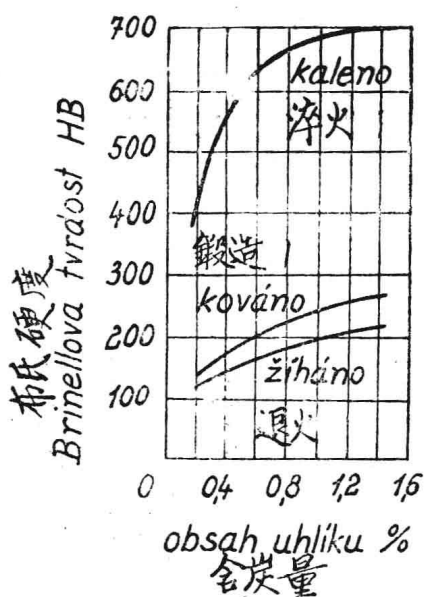


圖 1

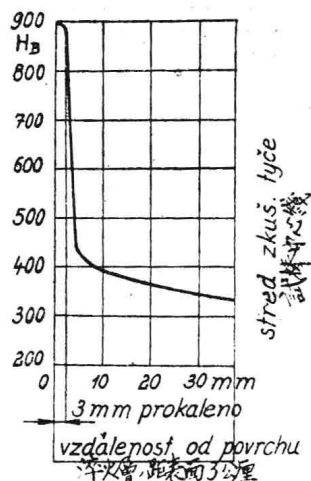


圖 2

具鋼的最高含炭量为 1.5%。如果經過測定，已知鋼的硬度，根据化学成份就可知道鋼的質量和热处理情况。結晶組織为馬丁体的鋼，硬度最高。要使工具鋼具有馬丁体組織，淬火时必须在水中急冷。在这种情况下，鋼的表面有一層薄壳，它的失热速度超过临界冷却速度。只有这層薄壳能轉变为馬丁体組織。这層淬硬的薄壳厚約 2—3 公厘(厚度視含炭多少而異)。淬硬層以下，硬度迅速下降(見圖 2)。鋼中加入一些合金后，能产生硬度更高的馬丁体，同时也能組成極硬的炭化物，因此，可以提高鋼的硬度。作为合金使用的鉻、鎢和鈳都能生成極硬的炭化物。鎳、錳和矽如果作为合金使用，則在實質上并不能增加多少硬度。如果要求在高溫下也能保持有較高的硬度，須在鋼中加入一些鉬，以便得到加鎢所不能得到的高溫硬度。

經過回火后鋼的韌性可以增加。圖 3 的曲綫表示在 350°C 以下回火后炭鋼硬度的降低情况。合金鋼回火后的硬度降低情况与此迥

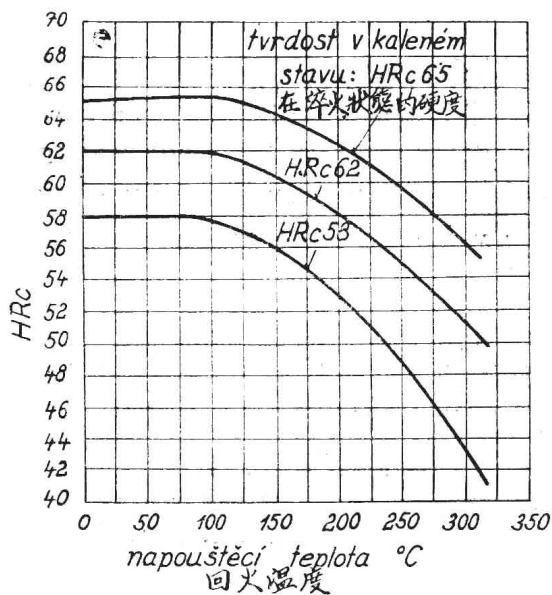


圖 3

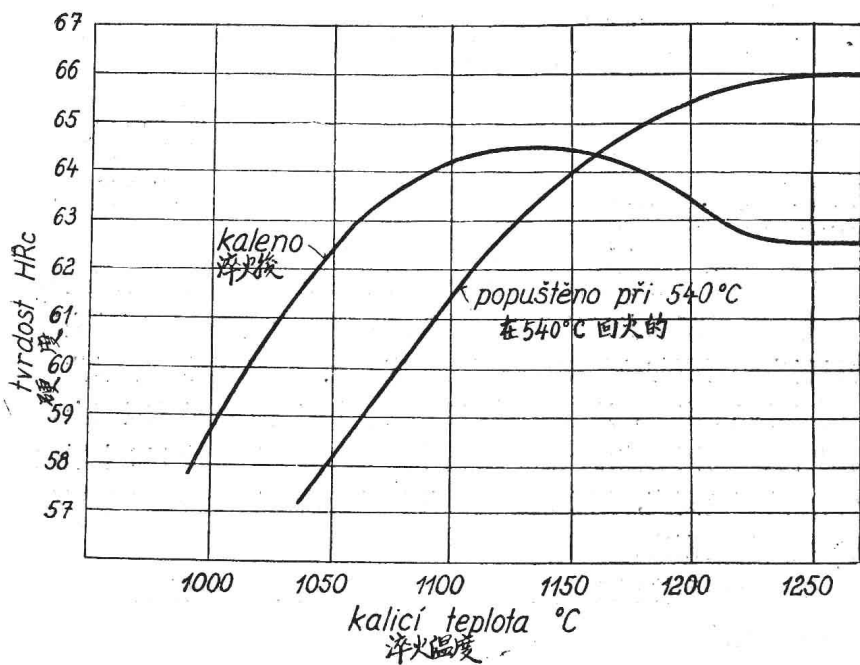


圖 4

然不同。含鎢的高速鋼在 550°C 以上回火后，硬度反而提高。圖 4 的曲綫表示一種高速鋼，即高速鋼 19800(Max. Spec. G.)，以不同的溫度淬火后，硬度與淬火溫度的關係，以及在 540°C 溫度下回火后硬度與淬火溫度的關係。這是一種很重要的特性，值得特別重視。淬火而不回火的高速鋼，它的切削性能有時只能達到淬火而又回火的高速鋼的 50%。

硬度可用各種不同的儀器來測量。這些儀器的作用都根據同一個原理，就是用測量頭壓入被測量材料后的壓痕大小來表示硬度的高低。下列幾種測量法，是目前最常用的方法：

a. 根據布氏法

測量時用一顆鋼珠，壓入須要測定硬度的材料。鋼珠直徑 $d = 10$ 公厘，壓力 $P = 3000$ 公斤，持續時間為 30 秒。

$$\text{布氏硬度} = \text{HB} = \frac{P}{A} \text{ 公斤/平方公厘}$$

其中， A 是材料上被鋼珠壓出的壓痕的面積，以平方公厘計。

b. 根據洛氏法

測量時用一顆直徑等於 $\frac{1}{16}$ 吋的鋼珠，或一個夾角等於 120°、尖端半徑等於 0.2 公厘的圓錐形金鋼鑽頭壓入須要測定硬度的材料。硬度的測定方法如下：

這種硬度是用鋼珠在初壓和終壓的作用下壓入材料后所產生的壓痕深度的差額來表示的，（初壓的作用是用來消除由於測量頭沖擊材料表面所引起的誤差）。壓痕深度以 0.002 公厘為一個單位，用指示計表示出來。這個壓痕深度須從一個相當於指示計表盤上總刻度所表示的固定值中減去。用鋼珠測量時使用劃分為 130 個單位（格）的紅色刻度，用金鋼鑽圓錐體測量時使用劃分為 100 個單位（格）的黑色刻度。

假定初壓和終壓所產生的壓痕深度的差額為 t ，則用鋼珠測量的洛氏硬度為

$$HR_b = 130 - \frac{t}{500},$$

而用金鋼鑽圓錐體測量的洛氏硬度為

$$HR_c = 100 - \frac{t}{100}.$$

c. 根據維氏法

測量硬度時利用一個金鋼鑽測量頭，其形狀如金字塔，尖端夾角為 136° ，測量壓力為30公斤。在加壓的最初15秒內須沒有冲击力。測量壓力持續30秒。如以 P 代表壓力（單位為公斤）， A 代表壓痕面積（單位為平方公厘），則維氏硬度為

$$[HV = \frac{P}{A} = 1.854 \frac{P}{d^2}.$$

其中， d 為壓痕對角綫距離，可用放大鏡測定。根據測量所得的 d 值，即可從刻度盤上讀出維氏硬度。

d. 根據肖氏法

測定時用一個帶圓錐形尖端的、總重為36.5克的落錘，讓它從一定的高度落在被測定的材料上，然後跳回去。材料的硬度用回跳高度對於落下高度的比例來表示。

在179—182頁上有一個表示材料抗張強度與各種不同硬度的對照表。這個對照表是根據捷克國家標準1512—1952號製成的。硬度在 $HB=450$ 以上的，也就是說，相當於抗張強度在150公斤/平方公厘以上的試驗，不是以布氏硬度為依據，而是以維氏及洛氏硬度為依據的，對於最高階段的硬度則以肖氏硬度為依據。

用洛氏法測定硬度時，可以看到，它不能把硬度值均勻地劃分。若用維氏硬度試驗，可以得到較好的結果。但是，儘管維氏硬度比較準確，可以把被測定的材料硬度比較忠实地表示出來，但洛氏硬度仍然為人們所常用。這是因為用金鋼鑽的錐形體來測量的 HR_c 硬度告訴我們好多東西，硬度值的讀數也容易讀出，此外，對

于材料是否經過正确的淬火和回火处理，洛氏硬度一般能告訴我們一个大概。

2. 淬硬深度

淬火后淬硬層的深度視鋼的化学成份和工件的尺寸而異。

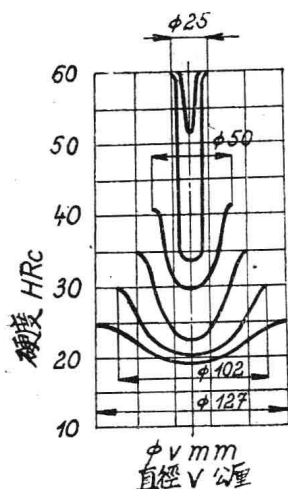


圖 5

工件的尺寸对于它在淬火后用来表示从表面伸展到中心的淬硬程度的曲線的影响如圖 5 所示。本圖所表示的是含炭 0.45% 的炭鋼。工件尺寸越大，則工件表面上能够达到的硬度越低，而中心的硬度則更低。化学成份对于淬硬深度的影响很大。純粹的炭鋼只能淬硬 2—3 公厘厚的一層表面。鋼的含炭量越高，則淬硬的表層和未淬透的心子間的轉變綫越显著。在淬火时，工件表面与冷却剂直接接触，因而在表面上和接近表面的一層金屬冷却速度最高。这个冷却速度大于再結晶所需的临界冷却速度，因此，在工件表層的奧氏体能够轉变为馬丁体。这种轉变过程，越深入工件內部，速度越低，到了一定的深度，这个速度降低到临界冷却速度以下，于是奧氏体轉变为馬丁体的作用就告中止，也就是說，中心部分沒有淬硬。如果用同样的冷却剂来淬具有較低的临界冷却速度的合金鋼，可把工作全身淬透，这是因为超过临界速度的冷却速度可以达到工件中心。

从淬火后的鋼条断面上可以清楚地看出淬硬層与未淬硬的中心的分界綫。淬硬層具有一种結晶細致色澤暗鈍的光滑断面，而未淬硬的中心則具有一种結晶粗大的不光滑断面。

如果提高淬火溫度，可使超过临界速度的冷却速度更深入鋼料內部，使淬硬層更深一些，也就是說，使更厚的表層得以淬硬。但

这样做有一定的限度，因为淬火温度提高到超过某一点后，淬硬层的结晶变粗，并且带有发亮的晶粒。这种断面叫做过烧断面。

合金元素可以根据它们对于钢料性质的影响分为两类：

1. 锰和镍。

2. 铬、钨、钼和钒。

锰和镍降低钢的临界冷却速度，因而提高了淬硬深度。这两种金属也降低钢的再结晶温度，所以人们可以采用比碳钢较低的淬火温度。由于这些原因，对于这种合金钢不必采用可以产生较高冷却速度的冷却剂，同时，由于较低的冷却速度已能淬硬，所以，可在油中、有时也可在空气中，把它们淬硬。

铬、钨、钼及钒和钢中的炭结合后组成性质极硬的炭化物或复合炭化物。这种合金钢，如果进行淬火，必须加热到较高的温度才能使这些炭化物溶解到基体中去。

钨钢淬火时情形和低碳钢相似，因为一部份钨与炭结合，成为炭化钨。只有加热到较高的温度，才能使淬硬层深些。因此通过调节淬火温度，可以把钨钢的淬硬深度加以控制。钒对钢的影响也相仿，不过，钒钢需要比钨钢更高的淬火温度。

铬与钼，即使含量很低，也能大大增加钢的淬硬深度，如果含量高一些，由于产生炭化物，钢的硬度能显著提高。

如果钢中加有合金元素锰、镍或铬，可能时还加入一些钒及钼或钨，就可大大改善钢的硬化性能。

3. 淬火温度的范围

如果淬火温度高于正确的淬火温度，则钢的断面显示出有过烧现象。反之，如果淬火温度低于正确的淬火温度，也就是说，如果加热温度不够，则钢的断面显得结晶粗大。为了得到最好的淬火效果而确定的正确的温度范围叫做淬火温度的范围，或称淬火温度带。淬火温度带是用若干试棒（一般用20×20公厘方形试棒）来测定的，淬火温度的间隔为摄氏20度。试棒上刻有槽子。按不同温

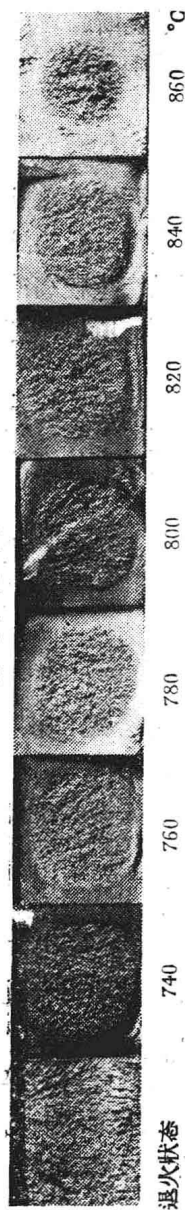


圖 6

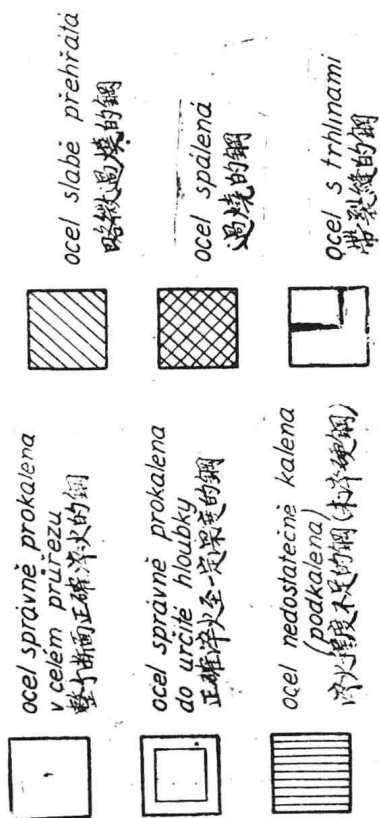


圖 7



圖 8