

铁路工程施工技术手册

常用工程材料

中国铁道出版社

铁路工程施工技术手册

常用工程材料

铁道部第三工程局编

中国铁道出版社

1984年·北京

铁路工程施工技术手册

常用工程材料

铁道部第三工程局编

中国铁道出版社出版

责任编辑 李云国

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经营

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168 $\frac{1}{2}$ 印张：13.875 字数：347 千

1984年1月第1版 1984年1月第1次印刷

印数：0001—5,000册 定价：1.75元

前 言

根据铁道部关于编写铁路施工技术手册工作的布置，我们在1965年出版的《铁路施工技术手册（1）常用工程材料和机械设备》的基础上，编写了本手册。

在改编过程中，我们曾到有关部门作了一些调查研究，初稿完成后，又根据路内外有关单位提供的许多宝贵意见，再次进行修改补充。

由于新技术、新工艺、新材料的不断出现，本手册的内容是难以满足发展的需要的；同时，随着各项标准的修订，本手册的内容难免会与新的标准有不符之处。当发生此种情况时，应以新的标准为准，并尽可能采用本手册以外的新技术、新工艺和新材料。对于手册中的缺点和错误，希望广大读者批评指正。

我们对于在编写过程中给予支持和提供资料及意见的各单位和有关同志，在此表示感谢。

本手册由姚承虞、李东升、杨大成、孟宪友同志执笔，李欣然、郑文浩同志审定。

铁道部第三工程局

手 册 编 写 组

一九八一年七月

目 录

第一章 钢、铁材料	1
第一节 钢的分类及用途	1
一、分类 (1) 二、各类钢的特点及用途 (8) 三、有关钢的机械性能、工艺性能名词解释 (8)	
第二节 产品牌号表示方法	10
一、国内钢号表示方法 (10) 二、国外钢号表示方法简介 (18) 三、涂色标记 (22)	
第三节 常用钢的化学成份和机械性能	23
一、普通碳素钢 (23) 二、优质碳素结构钢 (26) 三、普通碳素铆螺钢 (29) 四、桥梁用碳素钢 (30) 五、桥梁用普通低合金钢 (31) 六、锅炉用碳素钢及普通低合金钢 (32) 七、低合金结构钢 (34) 八、合金结构钢 (38) 九、易切削结构钢 (52) 十、弹簧钢 (53) 十一、铬轴承钢 (56) 十二、碳素工具钢 (57) 十三、合金工具钢 (58) 十四、高速工具钢 (61) 十五、中空钢 (62)	
第四节 钢材品种	65
一、品种分类 (65) 二、型别分类 (66) 三、钢材的截面积和理论重量 (66)	
第五节 生铁与铁合金	131
一、生铁 (131) 二、生铁合金 (131)	
第六节 铸铁及铸钢	133
一、铸铁 (133) 二、铸钢 (133)	
第二章 轨道材料	135
第一节 钢轨及连接件	135
一、重轨 (135) 二、常用旧轨 (139) 三、轻轨 (144) 四、鱼尾板 (145) 五、垫板 (150) 六、鱼尾板螺栓 (152)	

第二节 轨枕及扣件	156
一、轨枕 (156) 二、扣件 (167)	
第三节 道岔及道岔附件	188
一、道岔 (188) 二、道岔附件 (219)	
第四节 轨道加强附件	249
一、轨距杆 (249) 二、防爬器 (251) 三、轨撑垫板 (254)	
第三章 木 材	255
第一节 木材分类及性能	255
一、木材分类 (255) 二、木材的物理力学性质 (256) 三、木材缺陷 (256)	
第二节 木材的规格及标准	256
一、直接使用原木 (256) 二、加工用的原木 (256) 三、杉原条 (269) 四、普通锯材 (270)	
第三节 人造板材	272
一、胶合板 (272) 二、刨花板 (276) 三、硬质纤维板 (278)	
第四节 木材的材积计算	279
一、原木材积表 (279) 二、杉原木材积表 (287) 三、原条材积表 (291) 四、普通锯材材积表 (293) 五、胶合板的体积换算 (308)	
第四章 水泥和石灰	309
第一节 水 泥	309
一、水泥分类 (309) 二、水泥标号 (309) 三、水泥的技术标准 (311) 四、各种水泥的特性和用途 (312)	
第二节 混凝土附加剂	324
一、概述 (324) 二、主要附加剂简介 (324)	
第三节 石 灰	383
第五章 爆破材料	335
第一节 炸 药	335
一、工业硝酸铵类炸药 (335) 二、硝化甘油类炸药 (338) 三、水胶炸药 (341)	
第二节 雷 管	342

- 一、工业火雷管 (342) 二、工业电雷管 (343)
- 第三节 工业导火索347
 - 一、技术要求 (347) 二、包装要求及注意事项 (348)
- 第四节 工业导爆索348
 - 一、技术要求 (349) 二、包装要求及注意事项 (349)
- 第六章 石油产品350
 - 第一节 石油产品的分类、代号350
 - 一、分类原则 (350) 二、燃料油 (353) 三、润滑油 (354)
 - 四、润滑脂 (356) 五、其它用油 (359)
 - 第二节 燃料油360
 - 一、汽油 (360) 二、柴油 (361) 三、煤油 (363)
 - 第三节 润滑油363
 - 一、内燃机润滑油 (363) 二、齿轮油 (367) 三、压缩机油 (369)
 - 四、汽轮机油 (370) 五、汽缸油 (371) 六、车轴油 (372)
 - 七、机械油 (372) 八、冷冻机油 (374) 九、三通阀油 (374)
 - 第四节 其它用油375
 - 一、变压器油 (375) 二、电容器油 (375) 三、YH-10航空液压油 (377)
 - 四、汽车制动油 (377) 五、溶剂油 (379)
 - 第五节 润滑脂379
 - 一、钙基润滑脂 (379) 二、钠基润滑脂 (382) 三、铝基润滑脂 (385)
 - 四、钡基润滑脂 (385) 五、锂基润滑脂 (386)
 - 六、钙钠基润滑脂 (389) 七、其他润滑脂 (391)
 - 第六节 防锈油脂类392
 - 一、石油脂型防锈脂 (392) 二、置换型防锈油 (393)
 - 第七节 石油蜡类394
 - 一、黄石蜡 (394) 二、提纯地蜡 (395) 三、工业凡士林 (395)
- 第七章 其它建筑材料397
 - 第一节 砖、瓦397
 - 一、砖 (397) 二、瓦 (406)
 - 第二节 砂、石料412
 - 一、砂 (412) 二、石 (415)

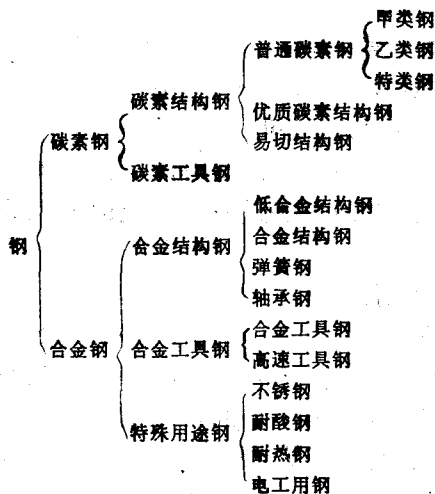
第三节 沥 青	421
一、石油沥青 (421) 二、煤沥青 (423)	
第四节 油 毡	425
第五节 玻 璃	428
一、窗用平板玻璃 (429) 二、其它玻璃 (432)	

第一章 钢、铁材料

第一节 钢的分类及用途

一、分 类

(一) 综合分类



(二) 按用途分类

结构钢——指作建筑结构、机器零件等用的钢。

工具钢——指作工具、模具、量具等用的钢。

特殊用途钢——指作特殊用途和具有特殊性能的钢，如不锈钢、耐酸钢、耐热钢、磁钢等。

(三) 按冶炼方法分类

转炉钢——按炉衬材料分为酸性转炉钢（贝赛麦炉钢）和碱

性转炉钢（托马斯炉钢）；按送风方法又可分为底吹转炉钢，侧吹转炉钢和纯氧顶吹转炉钢。

平炉钢——（即马丁炉钢）按炉衬材料分为酸性平炉钢和碱性平炉钢。

电炉钢——按炉衬材料分为酸性电炉钢和碱性电炉钢。

（四）按浇注前脱氧程度分类

沸腾钢——脱氧不完全的钢。钢锭上部设有缩孔，内部有许多分散的小气泡（在轧制钢材过程中可以消除掉）。它的优点是损耗较少，成本较低；缺点是成分和性能有严重不均匀性。主要制成作建筑结构、一般零件或日用器皿等用的普通低碳钢和优质低碳钢。

镇静钢——脱氧完全的钢。钢锭的组织紧密、坚实，但上部有较深缩孔，轧制钢材时损耗较大。除部分普通碳素钢和优质碳素结构钢外一般都是制成镇静钢。

半镇静钢——钢的脱氧程度和性能介于镇静钢和沸腾钢之间。主要也是制成作建筑结构或一般零件用的普通低碳钢或优质低碳钢。

（五）按化学成份分类

碳素钢——是含碳量小于1.7%，并含有少量锰（不大于1%）、硅（不大于0.4%）、硫、磷、氧等元素的铁碳合金。按其含碳量又可分为：低碳钢、中碳钢、高碳钢。

合金钢——钢中除含有碳素钢所含有的各种元素外，尚含有其他一些元素如铬、镍、钼、钨、钒等。合金钢按其合金元素的含量又可分为：低合金钢、中合金钢、高合金钢。

（六）按品质分类

普通钢——含硫量不超过0.055~0.065%；含磷量不超过0.040~0.085%的钢。

优质钢——含硫量不超过0.030~0.045%；含磷量不超过0.035~0.040%的钢。

高级优质钢——含硫量不超过0.020~0.030%；含磷量不超

过0.027~0.035%的钢。

(七) 按供应时所保证的技术条件分类

甲类钢——机械性能为基本保证条件，一般不进行热加工处理即使用时，应用此类钢。

乙类钢——化学成份为基本保证条件，此类钢多用于经冷加工或热加工后机械性能有所改善的产品。

特类钢——机械性能和化学成份都要保证，用于质量要求更高的重要结构。

二、各类钢的特点及用途

(一) 碳素钢和合金钢

碳素钢 钢中除含一定量为了脱氧而加入的硅（一般不超过0.40%）、锰（一般不超过0.80%，较高含量可到1.20%）合金元素外，不含其他合金元素（残余元素除外）。根据用途需要，钢的强度主要依靠碳含量的高低来调整。根据碳含量的高低又大致可分为：

低碳钢：含碳量一般小于0.25%；

中碳钢：含碳量一般在0.25~0.60%之间；

高碳钢：含碳量一般大于0.60%。

但它们之间并没有很明确的界限。

合金钢 钢中除含硅、锰作为合金元素或脱氧元素外，还含其他合金元素（如铬、镍、钼、钒、钛、铜、钨、铝、钴、铌、锆、稀土金属等），有的还含有某些非金属元素（如硼、氮等）。根据钢中合金元素总含量的多少，大致又可分为：

低合金钢：合金元素总含量一般小于3.5%；

中合金钢：合金元素总含量一般在3.5~10%之间；

高合金钢：合金元素总含量一般大于10%；

但它们之间也没有明确的界限。

(二) 沸腾钢、镇静钢和半镇静钢

沸腾钢 为不脱氧的钢。钢在冶炼后期不加脱氧剂（如硅、

铝等)，浇注时钢液在钢锭模内产生沸腾现象（气体溢出），钢锭凝固后，蜂窝气泡分布在钢锭中，当经加热轧制后，这种气泡空腔会粘合起来。这类钢的特点是：钢中含硅量很低，通常浇注成不带保温帽的上小下大的钢锭，因此，钢的收得率高（约提高15%）成本低，表面质量和深冲性能好。缺点是钢的杂质多，成份偏析大，质量比较不均匀。

镇静钢 为完全脱氧的钢。通常浇注成上大下小带保温帽的锭型，浇注时钢液镇静不沸腾。由于锭模上部有保温帽在轧制开坯后需切除，故钢的收得率低，但这类钢的组织致密，偏析小，质量均匀。优质钢和合金钢一般都是镇静钢。

半镇静钢 为半脱氧的钢。钢的脱氧程度介于沸腾钢和镇静钢之间，浇注时有沸腾现象，但较沸腾钢弱。这类钢具有沸腾钢和镇静钢的某些优点，钢的收得率比镇静钢高，使用上比镇静钢经济，偏析比沸腾钢也大有改善，介于沸腾钢与镇静钢之间。只是这类钢在冶炼操作上比较难于掌握。在碳素钢中这类钢是值得提倡和发展的。

（三）普通碳素钢

普通碳素钢的硫、磷杂质含量要比优质钢高些，但一般硫不超过0.055%，磷不超过0.045%。根据要求又可分为：

甲类钢：机械性能为基本保证条件。

乙类钢：化学成份为基本保证条件。

特类钢：机械性能和化学成份都要保证。

普通碳素钢产量最大，用途很广，多轧制成板材和型材（圆、方、扁、工、槽、角等）及异型材（如轻轨等），用于厂房、桥梁、船舶等建筑结构。这类钢材一般不需经热处理即直接使用。

（四）普通低合金钢

钢中除含有一定量的硅或锰基本合金元素外，还含有其他适合我国资源情况的元素，如钒、钛、铌、铜、硼、磷及稀土等，但一般情况下合金元素总量不超过3%。这类钢与普通碳素钢相比，强度较高，综合性能较好，有的具有耐磨、耐蚀或在中温、

低温下有较好的机械及工艺性能。因此，使用比较经济，使用寿命和使用范围也远远超过普通碳素钢。这类钢主要也是制成板、型钢，多用于制造桥梁、船舶、锅炉、车辆及重要建筑等结构。钢材一般也不需经热处理即直接使用，有时也有热处理后使用的。

(五) 优质碳素结构钢

这类钢必须同时保证钢的化学成份和机械性能。其硫、磷杂质含量要比普通碳素钢低些，一般硫和磷均不超过0.04%，对由于原料带入的其他残余合金元素，如铬、镍、铜等的含量也有一定的限制（一般要求各不超过0.25%），有的钢号中加入到1.4%的锰，叫作较高含锰量的优质碳素钢。这类钢产量较大，用途较广，多轧（或锻）制成圆、方、扁等形状比较简单的型材和板材，供使用单位再制作成零部件后方能使用。这类钢一般需经正火或调质等热处理后使用，多用于制作机械产品一般的结构零部件。

(六) 合金结构钢

是在优质碳素钢的基础上，适当地加入一种或数种合金元素，用来提高钢的强度、韧性和淬透性。这类钢制成零件后在使用前，通常都需经过调质（淬火后高温回火）、化学热处理（渗碳、氮化等）、表面火焰淬火或高频淬火等热处理。这类钢多轧（或锻）制成圆、方、扁等形状供使用单位再制作成零部件后使用，多用于制作机械产品中重要的和尺寸较大的零部件，比碳素结构钢具有比较均匀的综合性能。

(七) 工具钢

凡用于制造各种工具（如刀具、模具、量具及其他工具等）用的钢，均称为工具钢。

这类钢在使用上，当制成工具经热处理后要求有很高的硬度和耐磨性，因此，对表面脱碳层程度要求比较严格。这类钢在标准中不要求作强度性能检验，只要求作硬度及内部组织等检验。

工具钢中又分为碳素工具钢、合金工具钢及高速工具钢三类。

碳素工具钢 根据用途要求，钢的硬度主要以碳元素含量的高低来调整。其最低碳含量也有0.65%，最高的达1.35%。为了提高钢的综合性能，有的钢中加入0.35~0.60%的锰。这类钢主要用于制造一般切削速度、加工硬度和强度不太高的材料用的工具，如车、锉、刨刀、锯条等以及形状简单较低精度的量、刃具等。

合金工具钢 钢的化学成份不仅有很高的碳含量（有的高达2.3%），而具有含有较高的铬（有的高达13%）、钨（有的达9%）、钼、钒等合金元素，这类钢主要用于制造锻造、冲压等冷、热变形的各式模具，以及制造各式量具（量块、卡尺等）和刃具（冷、热剪切机用剪刀等）。

高速工具钢 除有较高的碳含量（1%左右）外，还含有很高的钨（有的高达19%）和铬、钒、钼等合金元素，故具有较好的“赤热硬性”。这类钢主要用于制造生产率高，具有大的耐磨性，在高温下（高达600°C）能保持其切削性能的工具。

（八）滚动轴承钢

主要用于制造各种机械上转动的钢球、滚子和轴承套圈。这类钢虽然化学成份不复杂（除含碳1%左右外，含铬最高1.65%），但由于滚珠轴承是在高速度的转动和滑动的条件下工作，相互间产生极大的摩擦，因此，要求具有高而均匀的硬度和耐磨性，这样，对钢的内部组织、化学成份的均匀性、所含非金属夹杂物的数量与分布以及钢的脱碳程度等比其他一般工业用钢都有更高的要求。

（九）弹簧钢

这类钢主要含硅、锰、铬合金元素。专门用于制造弹簧，广泛用于飞机、铁道车辆、汽车、拖拉机等运输工具和其他工业产品上。弹簧主要是在冲击、振动或受长期均匀的周期性交变应力的条件下使用，因此，对钢的要求具有高的弹性极限、高的疲劳强度以及高的冲击韧性和塑性。如用于制造电器仪表、精密仪器中的弹簧，还要求具有较高的导电性、耐高温和耐腐蚀性等。这

类钢多制成扁形材、盘条及钢丝等供使用单位再制作成扁形、螺旋形及各式弹簧并经热处理后直接使用，故要求钢的脱碳程度比一般钢较为严格。

(十) 不锈耐酸钢

根据工业上主要用途，不锈耐酸钢分为不锈和耐酸两种钢。在空气中能抵抗腐蚀的钢叫不锈钢，在各种侵蚀性强烈的介质中能抵抗腐蚀作用的钢叫耐酸钢。不锈钢并不一定耐酸，而耐酸钢一般却有良好的不锈性能。这类钢主要含铬、镍元素，有的还含有少量的钼、钒、铜、锰、氮等其它元素。铬含量有的高达25%左右（含铬在13%以下的钢，只有在腐蚀不强烈的情况下才是耐蚀的），镍含量高达20%左右。这类钢主要用于制造化工设备、医疗器械、食品工业设备以及凡要求不锈的器件等。

(十一) 耐热不起皮钢

根据工业上主要用途，耐热不起皮钢分为耐热和不起皮两种钢。在高温下能抗气体的侵蚀不起皮的钢叫不起皮钢。在高温下有足够强度并且不起皮的钢叫耐热钢。这类钢主要含有与不锈耐酸钢相同的铬、镍元素外，有的还含有铝（高达8%）、钨、钼、钒等其他合金元素。这类钢主要用于制造化工和石油工业设备，锅炉，汽轮机和工业用炉构件以及凡在高温下工作的构件。

(十二) 工业纯铁和硅钢

工业纯铁和硅钢专门用于电器制造工业。纯铁含碳量在0.04%以下，其他元素愈少愈好。硅钢又分为电机用和变压器用两种，特点是含碳量低（ $\leq 0.12\%$ ，有的最低为0.03%），而硅含量却比其他钢类高，如电机用的硅钢要求具有较高的塑性，含硅为1.0~2.5%；而变压器用的硅钢要求铁损小，含硅比电机用的还要高些，为3.0~4.5%。但在使用时并无严格的界限，在制造大型电机时，常用含硅高的变压器硅钢。这类钢主要是轧制成薄板和棒材使用。在性能检验方面与其他钢类有所不同，要求作电磁性等特殊的检验。

(十三) 易切结构钢

这类钢是主要供自动机床进行高速切削制作机械零部件用的钢。其特点是碳、锰、硅成份均属一般碳素钢含量，但硫、磷的含量要高出数倍，如硫有的高达0.30%，磷高达0.15%，由于硫、磷含量的增高，增加了钢的易切削性能，因而大大提高机床的切削速度。这种钢主要用于制作一些不太重要的机械零部件，例如螺丝和螺帽等。

(十四) 焊条用钢

这类钢是专门供制造电弧焊和气焊焊条钢丝用。钢的成份随所焊材质不同而异。根据需要大致分碳素钢、合金结构钢和不锈钢三类。这类钢的硫、磷含量要求不大于0.03%，比一般钢要求严些。这种钢不要求作机械性能只作化学成份的检验。

(十五) 精密合金

一般是指具有特殊物理性能的合金。通常包括软磁、硬磁、弹性、膨胀、电偶、触头、精密电阻合金及双金属等，是电气、电子工业以及精密仪表、自动控制系统中必不可少的材料。

三、有关钢的机械性能、工艺性能名词解释

强度 (σ) 金属材料在外力作用下，抵抗变形和断裂的能力。强度指标包括：比例极限、弹性极限、屈服强度、抗拉强度等。

比例极限 (σ_p) 对金属施加拉力，金属存在着力与变形成直线比例的阶段，这个阶段的最大极限负荷除以试样的原横截面积，就称为比例极限。

弹性极限 (σ_e) 金属受外力作用发生了变形，外力去掉后，能完全恢复原来的形状，这种变形称为弹性变形。金属能保持弹性变形的最大应力称为弹性极限。

屈服点〈物理屈服强度〉 (σ_s) 试样在拉伸过程中，负荷不增加或开始有所降低而试样仍能继续变形时的恒定、最大或最小负荷除以原横截面积所得的应力，分别为试样的屈服点 (σ_s) 上屈服点 (σ_{su}) 或下屈服点 (σ_{sl})。钢的下屈服点较稳定，一

般以 σ_s 表示其下屈服点。

屈服强度〈条件屈服强度〉 ($\sigma_{0.2}$) 试样在拉伸过程中，标距部分残余伸长达到原标距长度的规定数值时之负荷除以原横截面面积所得的应力，称为屈服强度。一般规定数值为拉伸试样原标距长度的0.2%，故常用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

抗拉强度〈强度极限〉 (σ_b) 试样拉伸时，在拉断前所承受的最大负荷除以原横截面面积所得的应力，称为抗拉强度。它表示金属材料在拉力作用下抵抗破坏的最大能力。

塑性 金属材料在受力破坏前可以经受永久变形的性能。称为塑性，塑性指标通常用伸长率和断面收缩率表示。当伸长率或断面收缩率百分数愈大，则塑性愈好；反之，则塑性愈差。

伸长率〈延伸率〉 (δ) 试样在拉断后，其标距部分所增加的长度与原标距长度的百分比，称为伸长率。对于圆试样标距长度等于10倍直径时所得的伸长率，一般用 δ_{10} 表示；标距长度等于5倍直径时所得的伸长率，一般用 δ_5 表示。

断面收缩率 (ψ) 试样拉断后，其断裂处横截面积的缩减量与原横截面积的百分比，称为断面收缩率。

冲击韧性〈冲击值〉 (α_k) 试样受冲击负荷折断时，试样刻槽处单位横截面上所消耗的冲击功，称为冲击韧性，它表示金属材料对冲击负荷的抵抗能力。

应变时效敏感性 (C) 金属及合金在冷加工变形后，由于室温或较高温度下的内部脱溶沉淀过程而引起其各种性能随时间延长而发生变化，此时金属的显微组织并无明显的改变，这种现象称作应变时效。应变时效敏感性是金属在时效前后的冲击韧性差值与其在原状态下冲击韧性值之百分比。

硬度 (H) 金属材料抵抗硬的物体压陷表面的能力，称为硬度。根据实验方法和适用范围不同可分为布氏硬度 (HB)、洛氏硬度 (HR) 和维氏硬度 (HV)。洛氏硬度又根据试验时不同标尺分别表示为HRC、HRA及HRB

疲劳强度 (σ_N) 金属材料在受重复或交变应力作用下，