

铁路职业技能鉴定辅导教材

铁路隧道工

中国铁路工程总公司教育处组织编写

中国铁道出版社

1998年·北京

前 言

隧道工是铁路企业重要工种之一,为搞好职业技能鉴定培训,全面提高隧道工的业务素质我们编写了这本《铁路隧道工》辅导教材,供职工自学、培训使用。

本书根据《铁路职业技能鉴定标准(试行)》和《铁路职工技能鉴定规范》的有关规定编写,对超出标准和规范的知识一般没纳入。在编写对初、中、高隧道工和应会内容作了统筹的考虑。全书分为基本知识、专业知识、相关知识三篇。对操作技能以及规范、规程、规定、规则、标准给予了充分注意、并兼顾新建和维修两部分内容。编写中文字力求规范、简练、准确,内容力求全面、完整、系统。

本书由隧道局主持编。其中第一篇第三章、第六章,第二篇第一章第八节、第二章、第五章、第七章,第三篇第一章、第二章由陈治华同志编写;第一篇第一章、第二章、第四章、第五章,第二篇第一章一至七节,第三章、第四章、第六章、第八至十三章、第三篇第三至六章由管泽英同志编写;第一篇第七章由铁一局王建果同志编写。隧道局人事处巨志华同志负责全书的组织工作。

铁道部工程总公司刘志伟和刘铁民同志在编写中协助策划组织定稿和审核。隧道局彭良增同志、铁二局胡忠良同志、彭国栋等同志提出了大量宝贵意见,在此一并提出感谢。

由于我们水平有限、时间紧近、加之对《标准》和《规范》认识理解和深度所限书中难免存在一些错识和不足之处,在此敬请各位专家和广大读者提出批评指正。

《铁路隧道工》编写组

1998年10月

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书根据铁路职业技能鉴定规范(考核大纲)铁路隧道工的要求编写的,内容包括:隧道工基本知识、专业知识和相关知识三部分。在基本知识中,介绍了一般常识、工程制图知识、机械识图、测量知识,地质常识,液压传动原理等;专业知识部分,则介绍了工程材料、凿岩机械,隧道开挖、施工支护、混凝土机械、衬砌、出碴运输,量测,防水排水,不良地质地段隧道施工等知识;相关知识部分,介绍了电工用电知识,机械使用知识,砌石工程、钢筋工程及有关的定额。

图书在版编目(CIP)数据

铁路隧道工/中国铁路工程总公司教育处组织编写,-北京:中国铁道出版社,1998

铁路职业技能鉴定辅导教材

ISBN 7-113-03119-6

. 铁... . 中... . 铁路工程:隧道工程-技术培训-教材 .
U45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 26017 号

书 名: 铁路职业技能鉴定辅导教材
铁路隧道工

著作责任者:中国铁路工程总公司教育处

出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策 划:刘铁民

责任编辑:李云国

封面设计:赵敬宇

印 刷:北京彩桥印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:370千

版 本:1998年12月第1版 1998年12月第1次印刷

印 数:0 - 册

书 号:ISBN7-113-03119-6/U·850

定 价:28.00元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

目 录

第一篇 基本知识

第一章 一般常识.....	1
第一节 常用数学公式.....	1
第二节 常用计量单位.....	2
第三节 常用量具.....	2
第二章 工程识图.....	3
第一节 识图的基本知识.....	3
第二节 表达物体的常用图示法.....	4
第三节 隧道工程图.....	6
第三章 机械识图	11
第一节 图样的概念	11
第二节 三视图的形成	12
第三节 机械零件表达方法	13
第四节 零 件 图	15
第五节 装 配 图	16
第四章 测量知识	18
第一节 隧道施工测量概述	18
第二节 隧道施工中线测量	23
第三节 隧道开挖断面控制	27
第五章 地质常识	32
第一节 岩石的分类及特性	32
第二节 地质构造	32
第三节 不良工程地质现象	34
第四节 隧道工程地质	36
第六章 液压传动原理	39
第一节 液压传动基本原理	39

第二节	液压传动系统的组成	40
第三节	液压系统常见故障及故障排除	41
第七章	运营隧道的养护	42
第一节	隧道养护工作概述	42
第二节	运营隧道有害气体的防治	42
第三节	衬砌裂缝的整治	43
第四节	隧道漏水与水害整治	44

第二篇 专业知识

第一章	工程材料	46
第一节	概 述	46
第二节	水 泥	47
第三节	混 凝 土	51
第四节	钢 材	61
第五节	木 材	66
第六节	爆破器材及油料	68
第七节	防水材料及油料	72
第二章	凿岩机械	79
第一节	凿 岩 机	79
第二节	风动凿岩机	81
第三章	隧道开挖	91
第一节	开挖方法	91
第二节	钻眼作业	92
第三节	爆破作业	94
第四节	光面爆破与预裂爆破	98
第五节	全断面开挖爆破实例	100
第四章	施工支护	103
第一节	新奥法的锚喷支护作业	103
第二节	传统矿山法构件支撑作业	106
第五章	混凝土机械	111
第一节	混凝土输送泵	111
第二节	混凝土搅拌机	113
第三节	混凝土振动器	117

第四节	混凝土喷射机械.....	119
第五节	模板衬砌台车.....	126
第六章	衬 砌.....	131
第一节	整体式衬砌.....	131
第二节	喷锚衬砌.....	132
第三节	复合式衬砌.....	133
第四节	拼装式衬砌.....	134
第五节	模板和支架.....	134
第六节	施工缝处理.....	137
第七章	装碴运输.....	138
第一节	有轨运输.....	138
第二节	装碴运输机械.....	140
第八章	量 测.....	141
第一节	量测概述.....	141
第二节	监控量测作业.....	142
第三节	量测资料的应用.....	146
第九章	明洞及辅助坑道的施工.....	148
第一节	明洞施工.....	148
第二节	辅助坑道施工.....	149
第十章	防水和排水.....	151
第一节	排 水.....	151
第二节	隧道防水结构与施工.....	152
第十一章	风水电作业和通风防尘.....	153
第一节	供风和供水.....	153
第二节	隧道供电.....	154
第三节	通风、防尘、防有害气体.....	155
第十二章	不良地质地段隧道施工.....	157
第一节	坍方处理.....	157
第二节	溶洞、流沙处理	158
第三节	瓦斯、岩爆处理	159
第四节	辅助施工措施.....	160

第十三章 隧道施工安全规则和验收标准.....	164
第一节 隧道施工安全规则.....	164
第二节 隧道工程质量评定验收标准.....	174

第三篇 相关专业知识

第一章 电工知识及隧道安全供电.....	182
第一节 电动机.....	182
第二节 蓄 电 池.....	184
第三节 隧道安全供电.....	185
第四节 一般低压电器使用及维修.....	189
第五节 防爆电器使用及维修.....	193
第六节 安全用电技术.....	195
第七节 常用电工测量仪表使用与维护.....	198
第二章 机械使用有关知识.....	199
第一节 机械使用经济核算.....	199
第二节 机械事故处理的规定.....	200
第三节 钢丝绳使用知识.....	201
第四节 万能杆件.....	203
第三章 砌石工程.....	208
第一节 石 料.....	208
第二节 水泥砂浆.....	209
第三节 石料的砌筑.....	209
第四章 钢筋工程.....	214
第一节 钢筋保管及加工.....	214
第二节 钢筋安装.....	216
第五章 定 额.....	218
第一节 劳动定额.....	218
第二节 材料消耗定额.....	219
第六章 施工作业计划.....	223
第一节 作业计划内容.....	223
第二节 施工作业计划编制依据与程序.....	223

第一篇 基本知识

第一章 一般常识

第一节 常用数学公式

一、常用定理

1) 正弦定理: $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$

2) 余弦定理: $a^2 = b^2 - 2bccosA + c^2$

二、面积和体积的计算

1) 正方形面积= 边长 \times 边长

2) 长方形面积= 长 \times 宽

3) 三角形面积= $\frac{\text{底} \times \text{高}}{2}$

4) 圆的面积= 半径 $^2 \times \pi$

5) 梯形面积= $\frac{(\text{上底} + \text{下底})}{2} \times \text{高}$

6) 长方体体积= 长 \times 宽 \times 高

7) 圆柱体体积= 半径 $^2 \times \pi \times$ 高

三、特殊角度的三角函数

角度(°) \ 函数	0	30	45	60	90
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	\pm
cot	\pm	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0

第二节 常用计量单位

	力	压 强	长 度	质 量	功	电 压
国际单位	牛(N)	帕 (Pa)	米(m) 厘米(cm) 毫米(mm)	克(g) 千克(kg)	焦(J)	伏(V)
工程单位	千克力 (kgf)	千克力/厘米 ² (kgf/cm ²) 吨力/米 ² (tf/m ²)				
换算	1kgf= 9.8N	1kgf/cm ² = 100kPa 1tf/m ² = 10kPa	1m= 100cm 1cm= 10mm	1kg= 1000g	1J= 1N·m	

	电 阻	电 流	时 间	功 率	平面角
国际单位	欧(Ω)	安(A)	小时(h) 分种(min) 秒(s)	瓦(W)	弧度 rad 度(°)分(')秒('')
换算			1h= 60min 1min= 60s	1W= 1J/s	1° = ($\frac{1}{180}$) rad 1' = 60'' = 3600''

第三节 常 用 量 具

一、简单量具

常用的有钢尺、卡钳等。卡钳是一种间接量具,使用时必须与钢尺或其它刻线量具配合。内卡钳用以测量工件的内部,外卡钳用以测量工件的外部,所测的尺寸大小,都应用量尺来确定,其精度可达 0.5mm。

二、游标读数量具

游标量具有游标卡尺、游标高度尺、游标深度尺等。游标卡尺是测量零件的内径、外径、长度、宽度、厚度、深度或孔距的常用量具。游标高度尺是用以测量工件的高度与厚度、精确划线及配合杠杆表测量孔距尺寸的量具。游标深度尺用来测量孔、槽深度或工作阶梯高度。

三、螺纹读数量具

是应用螺纹读数原理制成的量具。有百分尺、千分尺两种。

四、指示量具

利用指针来显示出测量的结果,有百分表、千分表、杠杆百分表和内径百分表等不同类型。

五、角度测量量具

有万能角度尺、直角尺、正弦规等。

第二章 工程识图

第一节 识图的基本知识

一、图 线

工程图是由各种图线画成的,常见的图线及其主要用途见表 1—1。

图线及主要用途

表 1—1

名称	线宽	主要用途	名称	线宽	主要用途
粗实线	b	可见轮廓线、剖切位置线、图框线等	细点划线	0.35b	中心线、对称线、定位轴线等
中实线	0.5b	尺寸起止符号、短划等	双点划线	0.35b	假想投影轮廓线等
细实线	0.35b	尺寸线、尺寸界线、材料图列线、引出线等	折断线	0.33b	不需画全的断开界线等
中虚线	0.5b	需要画出的隐蔽的轮廓线等	波浪线	0.35b	不需画全的断开界线等

二、图纸幅面

为便于保管和装订图纸,“国标”对图纸的幅面尺寸作了统一规定,见表 1—2 和图 1—1。

图 纸 幅 面

表 1—2

幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
c	10		5			
a	25					

三、字 体

在图样中书写的汉字和字母,都必须做到“字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀”。汉字尽可能写成仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。

字体的高度,以 mm 为单位,分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种,宽度约等于字体高度的 2/3。

图 1—1 图纸幅面尺寸

四、尺寸标注

图样中的图形仅表示了物体的形状,而物体的大小用标注尺寸来确定。标注尺寸应符合要求。

1. 图样上所注尺寸数字为物体实际的大小,与绘图所用的比例及绘图的准确度无关。
2. 尺寸的组成图样中尺寸是由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和尺寸起止符号四部分组成,如图 1-2 所示。

五、比例和坡度

(一) 比例

绘图样上的线性尺寸与该图样所代表的实物上的相应线性尺寸之比称为比例。

如在图纸上注明的 $1:100$,就是图形的大小每一单位长相当于结构物的实际大小为 100 个单位长。图形的大小虽然照比例缩小了,但尺寸线上所注的尺寸数字仍是结构物的实际尺寸数。

图 1—2 尺寸的组成

(二) 坡度

1. 用比例形式表示。如 $10:1$,其 10 是斜面垂直方向的高度,1 是水平方向的距离。
2. 用百分比表示。如 3% ,3 是竖直高度,100 是水平距离, 3% 也可写成 0.03。

第二节 表达物体的常用图示法

一、基本视图

把物体置于一个正六面箱中,向六个面进行投影,得到的投影图,称为六个基本视图,图 1—3 所示。

常用主视图、俯视图、左视图来表达物体,但在实际工作中只是根据物体的复杂程度,适当选用一个或几个视图。

二、剖面图

常见的剖面图有:全剖面图、半剖面图、局部剖面图、阶梯剖面图。

1. 全剖面图

用一个剖切平面完全地剖开物体后,所得的剖面图称为全剖面图,如图 1—4 所示。

图 1—3 基本投影面的展开

图 1—4 全断面图

2. 半剖面图

以中心线为界,一半画成剖面图,表达内部结构形状;另一半画成视图表达外部结构形状,这种表达方法称为半剖面图,如图 1—5 所示空心桥墩图。

3. 局部剖面图

用剖切平面局部的剖开物体,所得的剖面图称为局部剖面图,如图 1—6 所示。

图 1—5 半剖面图

图 1—6 局部剖面图

4. 阶梯剖面图

用几个相互平行的剖切平面将物体切开所得到的剖面图称为阶梯剖面图,见图 1—7。

三、断面图

假想用剖切平面将物体某部分切断,仅画出被切断部分的图形,并在断面上画出剖面符号,这种图形称为断面图,如图 1—8 所示断面分为移出断面图和重合断面图。

1. 移出断面

画在视线之外的断面称为移出断面。移出断面的轮廓线用实线画出,如图 1—9 所示。

图 1—7 阶梯剖面图

2. 重合断面

将断面图画在视图轮廓线内的断面称为重合断面,如图 1—10 所示。重合断面的轮廓线用细实线画出。

四、折断画法和局部放大图

1. 折断画法

断面不变或按一定规律变化的长杆,可用连接符号切断图形一部分,使剩余图形互相靠近,这种画法称折断画法。但应注意其尺寸仍需按物体原长度标注,如图 1—11 所示。

2. 局部放大图(详图)

当结构物某一局部形状较小,图形不够清楚或不便于标注尺寸时,可用较原图大的比例将局部单独画出,称局部放大图或详图,如图 1—12。

图 1—8 断面图

图 1—9 移出断面的配置

图 1—10 重合断面

图 1—11 折断画法

图 1—12 局部放大图

第三节 隧道工程图

前面已经介绍了工程识图的基本知识,本节就隧道工程图帮助读者学会识图。

识图步骤:

第一,看标题栏(在生产用的图纸右下角方框内写明构造物的名称、主要指标、比例等)和说明,从中了解图上画的是什么构造物,比例、尺寸单位及材料等。

第二,看清所采用的视图、剖面图、断面图及相互关系,要求先看主要部分,再看次要部分;先看外形,后看内部。

第三,看清结构物形状后,再看尺寸。

注意:一定要把尺寸核算一下,看看有无错误或遗漏,以免施工时发生问题。图上写的说明或附注以及表格,有助于读懂图样,应看清楚,不可忽视。

铁路隧道是火车穿越山岭和水流等障碍的建筑物,隧道主要是由洞门和洞身组成。此外,还有避车洞,防水排水设施及通风设施等。隧道工程图包括:洞门图、横断面图(洞门衬砌)及避车洞等结构图。

一、隧道洞门图

(一)隧道洞门的构造

洞门位于隧道洞身的两端,是隧道的外露部分。隧道洞门的形式,有端墙式、柱式和翼墙式等等,如图 1—13 所示。

图 1—13 隧道洞门

翼墙式隧道洞门主要由端墙和翼墙组成。端墙用来保证仰坡稳定,并使仰坡上的雨水和落石不致掉到线路上。它以 10 : 1 的坡度向洞身倾斜。在端墙顶的后面,有洞顶水沟,用以拦截洞顶仰坡范围内的水。在端墙上设有顶帽,中下部是洞口衬砌包括拱圈和边墙。翼墙用来支撑端墙支挡两侧边墙,翼墙顶设有排水沟,排水沟通过设于端墙上的泄水孔与洞顶相连。

洞门处排水系统的构造比较复杂。隧道内的地下水通过排水沟流入路堑侧沟内,洞顶地表水则通过端墙顶水沟,翼墙排水沟流入路堑侧沟。

(二)隧道洞门的表达

1. 正面图

正面图是沿着线路方向对隧道门进行投影而得到的。它表示洞门衬砌的形状和主要尺寸,端墙的高和长度,端墙与衬砌的相互位置,以及端墙顶水沟的坡度,翼墙倾斜度,翼墙顶排水沟与端墙顶水沟的连接情况,洞内排水沟的形状及位置等。端墙上部两边用虚线表示端墙顶水沟两端的短墙。

2. 平面图

平面图主要表示洞门处排水系统的情况,排水系统的详细情况另有详图表示。

3. 剖面图和断面图

是沿着隧道中心线剖切的全剖图,它表示了端墙的厚度和倾斜度(10 : 1),端墙顶水沟的断面形状和尺寸,翼墙顶排水沟的仰坡的坡度(1 : 0.75),轨顶标高和拱顶的厚度等。

2- 2 断面和 3- 3 断面

这两个断面图是用来表示翼墙的厚度,翼墙顶排水沟的断面形状和尺寸,翼墙的倾斜度、翼墙的基础和底部水沟的形状和尺寸等。

(三) 隧道洞门图的识读(以图 1—14 为例)

图 1—14 翼墙式隧道洞门图

1. 首先了解标题栏和附注说明

从标题栏(图中未列出)中可知该隧道洞门是翼墙式单线直边墙的隧道洞门,比例、尺寸单位及各部所用的建筑材料等。

2. 看懂视图及视图的表达

本图共用五个图形,三个基本视图(正面图、平面图、侧面图)和两个断面图(2-2断面图、3-3断面图)。1-1剖面图的剖切位置在正面图标出,剖切后从右向左进行投影而得到的右视图。2-2和3-3断面图的剖切位置和投影方向在1-1剖面图中表示。

3. 读懂洞门各组成的形状和尺寸

(1) 端墙

从正面和1-1剖面图中可知,洞门端墙是一堵靠山倾斜的墙,其坡度为10:1。端墙长度为1066cm,墙厚在1-1剖面图中示出,其水平方向为80cm。墙顶上设有顶帽,顶帽上部除厚边外其余三边均做成高为10cm的抹角。墙顶的背后有水沟,由正面图可知水沟是从墙的中间向两旁倾斜的,坡度 $i=0.05$ 。沟的深度为40cm。结合平面图可知,端墙顶水沟的两端有厚为30cm的短墙,短墙高为200cm,其形状用虚线表示于1-1剖面图中,沟中的水通过埋设在墙体内的水管流到端墙的凹槽里,然后流入翼墙顶部排水沟内。

由于端墙顶水沟靠山坡一边的沟岸是向两边倾斜的梯形正垂面,所以它同洞顶仰坡坡面相交产生两条一般位置直线,在平面图中最后面两条斜线就是二交线的水平投影。沟岸和沟底均向两边倾斜,这些倾斜平面的交线是正垂线,其水平投影在平面图中与隧道的中心线重合。水沟靠洞门一边的洞壁是倾斜的。如果它是一个倾斜平面,就要与两边倾斜的沟底交出两条一般位置直线,其水平投影将是斜线。但是为了使沟底保持60cm的宽度,所以这个沟壁不是一个平面,而是双曲抛物面,其两端的坡度要比中部的坡度陡一些。

(2) 翼墙

由正面图可知端墙两边各有一堵翼墙,它们分别向路堑两边的山坡倾斜,坡度为10:1。结合1-1剖面图可知,翼墙的形状大体上是一个三棱柱。从图2-2断面图中可以了解到翼墙的厚度,基础的厚度和高度,以及墙顶排水沟的断面形状和尺寸。从图3-3断面图中可以看出此处的基础高度有所改变,而墙脚处还有一个宽40cm,深33cm的水沟。在1-1剖面图上还表示出翼墙面的中下部有一个 $10\text{cm}\times 15\text{cm}$ 的泄水孔,用它来排出翼墙背后的积水。

二、衬砌断面图

洞身有不同型式和尺寸,主要用横断面图来表示,称为隧道衬砌断面图。图1—15所示的是直边墙的隧道衬砌断面图,衬砌断面的形状及尺寸均在该图中示出。底部左侧有排水沟右侧为电缆槽。隧道衬砌断面除直墙式外,还有曲墙式。

三、避车洞图

避车洞有大、小两种,是供维修人员和运料小车在隧道内避让列车用。它们是沿线路方向交错设置在隧道两侧的边墙上。为表示隧道内大、小避车洞相互位置,需画出大、小避车洞的位置示意图,如图1—16所示。

由于这种示意图比较简单,为了节省图幅,纵横方向可采用不同的比例,纵向常用1:2000,横向常用1:200比例。大、小避车洞的形状,构造可分别用大、小避车洞详图表达。图1—17为小避车洞图,图1—18为大避车洞图。

图 1—15 隧道衬砌断面图

图 1—16 大、小避车洞位置图

图 1—17 小避车洞图

图 1—18 大避车洞图