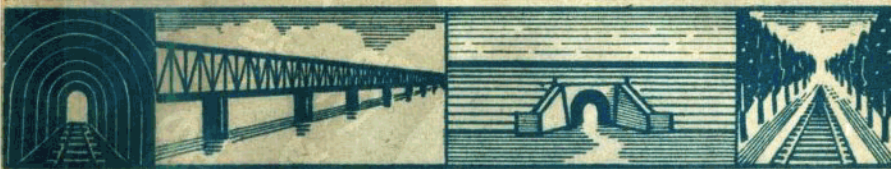


鐵路工程施工技術學習叢書

路 基 修 筑

鐵道部華北鐵路工程局主編



目 录

第一章 概 述	1
第一节 路基工程在铁路建筑中的地位.....	1
第二节 路基修筑要求.....	1
第三节 路基工程的组成.....	2
第四节 路基各部分技术标准.....	4
第二章 施工准备	10
第一节 施工测量.....	10
第二节 土方调配.....	20
第三节 拆迁建筑物和砍伐树木.....	21
第四节 施工场地排水.....	26
第五节 临时道路.....	26
第三章 路基工程基本施工方法	29
第一节 路堤填筑.....	29
第二节 路堑开挖.....	45
第三节 路基边坡施工.....	50
第四节 重点土石方工地布置原则.....	51
第五节 路基整修和验收标准.....	52
第四章 土方工程施工和施工机械	54
第一节 土方工程施工.....	54
第二节 土方机械.....	82
第五章 特殊条件下的路基修筑	87
第一节 复线路基.....	87
第二节 多年冻土地地区路基.....	96
第三节 飞砂地区路基.....	100

第四节 泥沼及软土地区路基.....	103
第五节 黄土地区路基.....	108
第六节 冬季施工.....	111
第六章 路基排水、防护及加固.....	116
第一节 路基排水.....	116
第二节 路基防护及加固.....	124
附 录：土石方工程数量计算.....	133

第一章 概 述

第一节 路基工程在铁路建筑中的地位

路基是线路的基础，它的状态如何及完整与否，关系到整个线路的质量。如果路基状态不良，例如松软、排水不良、或出现下沉等变形时，就将影响线路的平顺，甚至引起线路上部建筑各组成部分的破坏。如果路基不能保持完整状态，出现裂缝或坍滑等现象时，就可能威胁行车安全，影响整个铁路的运营使用。

铁路建筑各项工程中，以路基土石方的工程量为最大。一般修筑在平原地区的铁路，平均每公里土石方约1~5万立方米，在山区可高达10万立方米以上，所消耗的劳动力约占全部工程总劳力的一半以上。

路基工程同时也是最复杂的工程之一。我国幅员广大，土地辽阔。铁路有时穿过崇山峻岭，有时经过曲折的河谷，有时还要通过沙漠或泥沼。沿线自然、气候条件各不相同，地质、地形又极其复杂。修筑路基时，还要破坏原有地面的平衡状态，有时深挖路堑，要大爆破，有时大量切坡，有时要在陡坡上填筑路堤。在这样复杂的条件下，修筑良好的路基，是非常艰巨的工作。

因此，掌握路基工程的技术知识，推广土石方工程先进的施工方法，多快好省地修筑路基，是铁路建筑施工中的一个关键问题。

第二节 路基修筑要求

路基不但要承受载重大、速度高的火车所传来的力量，

还要遭受风吹、雨淋、日晒、冰冻等自然因素的作用。为了保证线路上部建筑的稳定，使列车能不间断地安全运行，路基应满足下列要求：

- (一) 坚固稳定，承受载重时，不发生变形；
- (二) 可靠耐久，长期使用，不因风、霜、雨、雪、冰冻等自然因素的作用而减低强度。
- (三) 经济合理，既满足使用要求，又节省修筑和养护工作量。

第三节 路基工程的组成

铁路路基工程包括：路基本体，路基排水设备和路基防护及加固建筑物三部分。

一、路基的断面形式

路基根据断面填挖的形式，分为：路堤、路堑、半堤半堑及不填不挖四种。

(一) 路堤：在地面上填起的路基叫路堤。路堤包括路基本体、护道、取土坑、排水沟等(图1—1)。

(二) 路堑：从地面向下挖的路基叫路堑。路堑包括路堑本身、侧沟、侧沟外平台、弃土堆、截水沟等(图1—2)。

(三) 半堤半堑：靠山坡走的线路修路基，有时在靠山的一边挖土，在另一边填土，这种路基由半个路堤和半个路堑组成，叫半堤半堑(图1—3)。

(四) 不填不挖：路基高度与原地面高度差不多，只将原地面稍加平整，两侧挖排水沟，就修成的路基，叫不填不挖(图1—4)。

二、路基排水设备

水是路基的大敌，是影响路基稳定性的主要因素。路基排水设备，在地面上的，路堤地段为挖通的取土坑或排水沟，

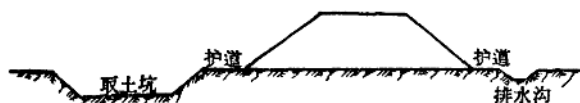


图 1-1 路堤

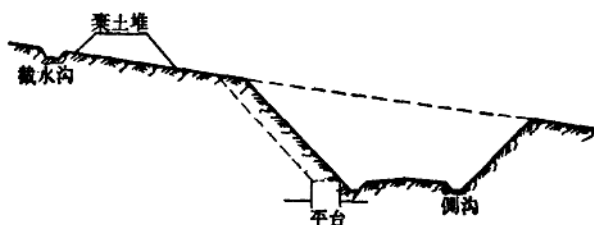


图 1-2 路堑

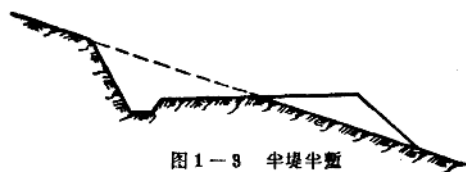


图 1-3 半堤半堑

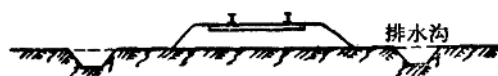


图 1-4 不填不挖

路堑地段为侧沟和截水沟；在地面下的有排水槽、渗沟、隧洞等。

三、路基防护及加固建筑物

为了防止风、雪、雨、水等自然因素对路基的破坏作用，设置路基防护建筑物。例如在边坡上铺种草皮、植树、喷浆、抹面、勾缝、灌浆、嵌补、砌石和修建防水堤，导流堤等。

为了防止路基变形或支撑路基本体，以保证路基稳定，设置路基加固建筑物，例如挡土牆、支垛等。

第四节 路基各部分技术标准

一、路基面宽度

路基顶面的宽度，应能满足下列条件：

1. 有足够的宽度，以铺设符合运营要求的线路上部建筑（钢轨、轨枕、道碴）。

2. 有足够宽度的路肩：路基上两侧不铺道碴的部份，叫路肩。它的作用是加强路基的稳定性，防止道碴滚落到路基面以下的两侧边坡上，设置线路和信号标志，便于养路工作中堆放料具及工作人员行走。路肩的宽度在Ⅰ、Ⅱ级线路上不得小于0.6米，Ⅲ级线及既有线加宽时，不得小于0.4米。

3. 满足限界的要求。

路基面宽度根据铁路等级、单线或双线、路基土质种类及路堤或路堑等不同情况决定。

区间直线地段，路基宽度一般不得小于表1—1及表1—2所列数值。

表 1-1

标准轨距干铺路基面最小宽度表（米）

铁路等级		单 线				双 线			
		普 通 土		岩石、碎石、卵石、砾石、粗砂或中砂		普 通 土		岩石、碎石、卵石、砾石、粗砂或中砂	
		路堑	路堤	路堑	路堤	路堑	路堤	路堑	路堤
Ⅰ 级	甲	6.5	6.7	5.5	5.7	10.6	10.8	9.5	9.7
	乙	6.2	6.4	5.3	5.5	10.3	10.5	9.3	9.5
Ⅱ 级		6.2	6.4	5.3	5.5	10.3	10.5	9.3	9.5
Ⅲ 级		5.7	5.7	4.7	4.7	—	—	—	—

标准轨距专用线路基面最小宽度表 (米)

表 1-2

专用线等级	路基土壤种类	
	普通土	岩石、碎石、卵石、砾石、粗砂、中砂
I 级	5.4或5.6	4.8
II 级	5.2	4.5
III 级	4.9	4.5

在曲线地段，因为外轨超高，外侧道床加厚，道床坡脚延长，因而在路基面外侧的宽度也要适当加宽。其加宽数值见表1—3。

曲线路基外侧加宽表 (米)

表 1-3

铁路等级	曲线半径 (米)	路基外侧加宽
I、II 级	600及以下	0.60
	600以上至1500	0.50
	1500以上至2000	0.40
	2000以上至3000	0.30
	3000以上至4000	0.20
III 级	300及以下	0.50
	300以上至500	0.40
	500以上至600	0.30
	600以上至1000	0.20
	1000以上至4000	0.10

在双线的曲线地段，由于限界的的关系，路基除在外侧加宽外，其两中心线间的距离，还要按规定加宽。

曲线路基的外侧加宽和两中心线间的距离加宽，均应在缓和曲线内递增（或递减），使整个圆曲线地段内均有规定

的加宽度 (图 1—5)。

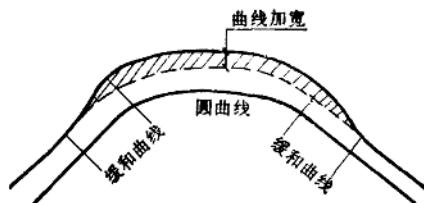


图 1—5 曲线路基加宽

二、路基边坡

为了保持路基的稳定，路基两侧必须做出一定的坡度。边坡的坡度是用竖、横尺寸的比例来表示的，如 $1:1$ 、 $1:1.5$ 等，前一个数字表示垂直方向的高度，一般都选用一；后一个数字表示水平方向的距离。同一个高度，水平方向的距离越大，坡度就缓；水平距离越小，坡度就陡 (图 1—6)。

路基边坡的坡度根据土壤性质、地质情况、施工方法及边坡高度决定。地质情况良好且土质均匀时，路基边坡及其最大高度的标准，见表 1—4 及表 1—5。

路堤边坡表

表 1-4

顺序	土 的 种 类	最大高度 (米)			边 坡 坡 度		
		全部高度	上部高度	下部高度	全部坡度	上部坡度	下部坡度
1	不易风化的石块	6	—	—	$1:1.3$	—	—
		20	—	—	$1:1.5$	—	—
2	碎石、卵石、砾石和粗砂	20	10	10	—	$1:1.5$	$1:1.75$
3	中 砂	12	10	2	—	$1:1.5$	$1:1.75$
4	其他适于填筑路堤的土	13	6	12	—	$1:1.5$	$1:1.75$

注：用大于25厘米的大石块，加工砌砌的路堤，以及细砂、粉砂路基的边坡坡度，应根据具体情况个别决定。

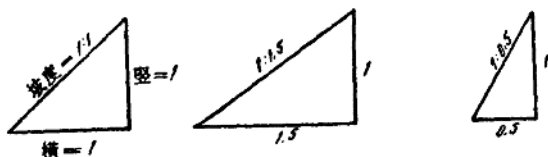


图 1—6 坡度的意义

表 1-5

路 堑 边 坡 表

顺序	土 的 种 类	最大高度 (米)	边 坡 坡 度
1	地层一致的粘土、砂粘土、粘砂土、砂质土（细砂、粉砂除外）	18	1:1~1:1.5
2	黄土及黄土类土	18	1:0.1~1:1.25
3	紧的碎石类、砾石类土	18	1:0.5~1:1.5
4	风化严重的岩石	18	1:1~1:1.5
5	不易风化的完整岩石，并无倾向路基的层理，其开挖方法系采用浅眼爆破的	—	1:0.1
6	其他各种岩石	—	1:0.2~1:1

注：① 在细砂、黄土、易风化的岩石及肥粘土的路堑中，一般侧沟与边坡坡脚之间，应有0.5~1.0米与路基边缘等高的平台。

② 在土壤性质不同的土层中，路堑边坡可采用适合于土层稳定的折线形状。

三、路 拱

为了排除路基面的积水，路基顶面应做出路拱，其断面形式如下：

（一）单线路基：路拱断面为梯形，上宽2.1米，高0.15米，底宽等于路基面宽度（图1—7）。如果在路基上直接铺设预应力钢筋混凝土轨枕时，应将单线路基路拱加宽至2.6米。

(二) 双线路基：一次修筑的双线路基，路拱为三角形，高0.2米，底宽等于路基面的宽度。二次修筑的双线，新加的土质路基面，应有向外侧倾斜的4%的横向坡度（图1—8）。

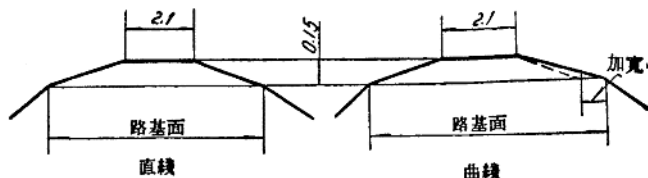


图1—7 单线路基路拱

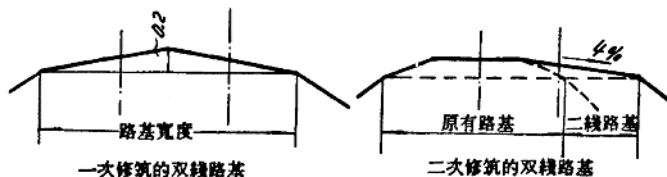


图1—8 双线路基路拱

(三) 石质路基：岩石、碎石、卵石、砾石、粗砂和中砂的单线或双线路基，因雨水可以渗走，不会积存，无需作路拱。可将路面作成水平，路肩较原设计予以提高。其提高尺寸，按取消路拱及减少道碴厚度计算（图1—9）。

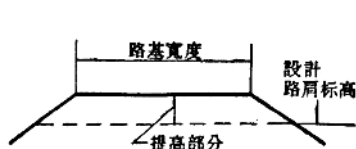


图1—9 石质路基路拱



图1—10 石质路基与土质路基的联接

提高路肩的路基与其他土壤的路基相接处，可以用渗水土壤顺坡，其长度不宜小于10米（图1—10）。

(四) 站場路基：横断面应根据站場宽度做成单斜面或双斜面形。如站場很宽时，可采用锯齿形横断面，斜面坡度一般不陡于 3 % (图 1—11)。

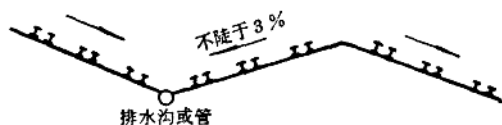


图 1—11 锯齿形路基横断面

第二章 施工准备

第一节 施工测量

一、中线桩和水准基点

标桩是施工的主要依据。路基施工常用的标桩，可以分为中线桩、水准基点桩、边桩、护桩及其它标志桩等几类。

(一) 中线桩：它的作用是标明线路的中心位置和里程。最主要的中线桩有：

1. 交点桩：设在曲线两端两段直线线路中心线延长的交点，也就是线路由一个方向转到另一个方向的点。交点不在曲线上，所以交点桩不在铁路中心线上。

2. 转点桩：设在测量时摆仪器的测站。仪器的视程是有限的，太远了就看不清，必须通过转点，一镜一镜地往前测量。

3. 曲线起迄点桩：设在曲线的头尾。

以上三种标桩是中线测量的重要依据，因此也叫线路控制桩。这些桩子的尺寸比其他一般的桩子要大一些，约为8~10厘米见方（或圆形）。桩顶钉有一个小钉或画上一个十字，作为准确的线路中心点。另在桩子附近，还要钉一个标志桩，写明中线桩的编号和里程，以及其它有关数据（图2-1）。

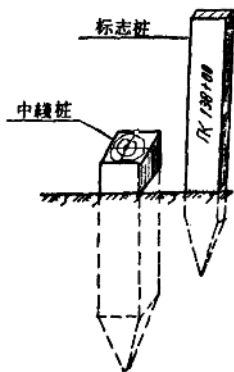


图2-1 线路控制桩

4. 百米标：按照铁路里程，每100米钉一个。每10个

百米标的距离就是一公里。例如：138+00 这个桩号就表示铁路从起点到这个桩子已经有 138 个百米标的距离，也就是 13.8 公里。

5. 加桩：在百米标中间的适当地方如 25 米、50 米、75 米、以及其它地形变化的地方，还要加钉一些中线桩，这些桩子叫加桩。加桩一般用木板桩，上面顺线路前进方向写有里程，例如 138+25.6 意思就是 13 公里 825.6 米，有时把百米以上的里程省去只写 +25.6，意思都是一样。

加桩和百米标都是根据前面三种控制桩测量出来的，上面没有钉子，因此也没有准确的中心位置。

各种中线桩在线路上的位置及其常用符号见图 2—2 和表 2—1。

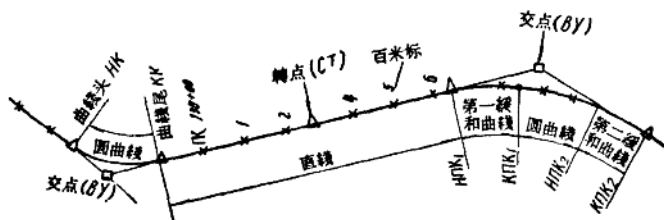


图 2—2 中线桩在铁路上的位置

(二) 水准基点桩：是施工高度的标准，一般写成符号 BM。水准基点与平均海水面比较的标高是已经测量好的，例如某水准基点标高为 1096.26，也就是说它比海平面高 1096.26 米。路基的高度要用水准标高表示，例如某桩号的路基标高为 1098.68，也就是说它比上述的水准基点高 2.42 米 ($1098.68 - 1096.26 = 2.42$ 米)。水准基点一般都设在线路附近坚固稳定的地点，如岩石、牆角、树墩上，或者埋设木桩或混凝土桩 (图 2—3)。

中綫桩常用符号表

表 2-1

順序	名 稱	常 用 符 号		說 明
		英 文	俄 文	
1	交 点 桩	IP	ВУ	
2	轉 点 桩	TP	СТ	
3	圓 曲 綫 起 点 桩	TC	HK	当曲綫沒有緩和曲綫时采用
4	圓 曲 綫 終 点 桩	CT	KK	同 上
5	第一緩和曲綫起終点桩	TS SO	НПК ₁ КПК ₁	
6	第二緩和曲綫起終点桩	CS ST	НПК ₂ КПК ₂	
7	百 米 标 桩		ПК或PK	

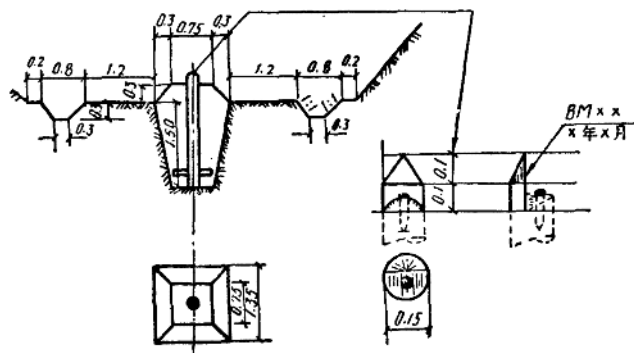


图 2-3 水准基点

二、施工定綫及标桩保护

(一) 施工定綫：从线路勘测到施工往往要经过一段较长的时间，在这段时间里，原来釘立的中綫桩或水准基点，可能有的已经丢失，有的不够用，有的发生变化不够正确，因此在施工前必须将丢失的、不够的、不正确的中綫桩和水准基点，进行加釘、补釘和核对，这步工作叫施工定綫。

(二) 标桩保护：线路中线桩，尤其是一些控制桩，和水准基点等标桩，是施工的依据，丢失了就会影响施工，因此在施工前必须用下列方法很好地进行保护：

1. 树立标志，使施工人员容易找到，并引起大家注意保护。如打标志桩，在桩上设三角架，在桩周围垒石头等。
2. 随时检查，如有移动、丢失、损坏，应立即补钉。
3. 钉保护桩：在中线桩的四周钉立护桩，以便随时能把中线桩交会出来（图2—4）。

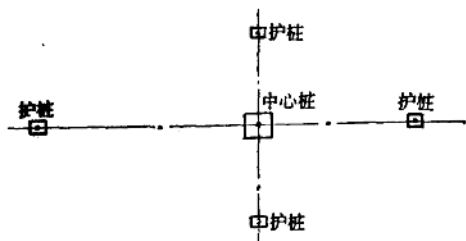


图 2—4 保护桩

4. 将桩子移设至固定的地方，并用混凝土固定。

三、施工放样

(一) 放边桩：是在路基施工前，在线路中线桩的两侧，沿垂直线路方向，钉出路堤边坡坡脚或路堑坡顶位置的桩子，作为填土和挖土的边界。

放边桩通常用方向架瞄垂直线路的方向，用皮尺丈量水平距离，用手水平、花杆或塔尺对点和量高度差（图2—5）。

1. 利用横断面图放边桩：横断面图是按一定的比例尺把路基横断面形状画在方格纸上的图，图上注有里程和中心填土或挖土高度。可以从图上查出坡脚与中心桩的距离来。图2—6就是路基横断面的形式（比例尺一般是 1:200），在

45+30处为一路堤横断面，中心填土高为4.9米，从图上可以查出左边边桩的距离是7.0米，右边边桩的距离是11.2米。在85+40处为一路堑横断面，中心挖土深度为4.2米，边桩的距离，左边是8.9米，右边是6.6米。

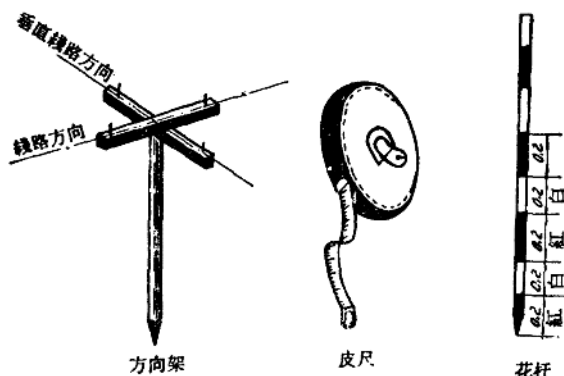


图 2—5 放样工具

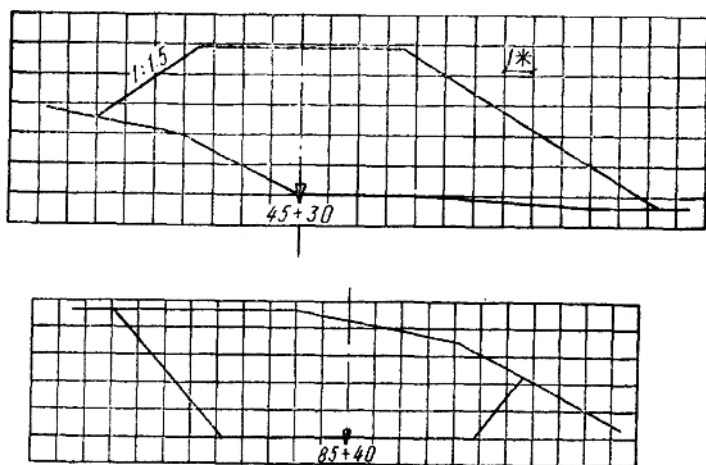


图 2—6 路基横断面图