

ICS 27.140

P 59

备案号: J1054—2010

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5243 — 2010

**水电水利工程场内施工道路
技 术 规 范**

**Technical specification for construction road in site
of hydropower and water resources project**



2010-05-24 发布

2010-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 总则	5
5 场内施工道路规划	6
5.1 一般规定	6
5.2 主要工程项目对道路规划的要求	6
6 场内施工道路设计	8
6.1 一般规定	8
6.2 路线	8
6.3 路基工程	10
6.4 路面工程	12
6.5 桥梁及涵洞	15
6.6 隧道	16
6.7 沿线设施	17
7 场内施工道路施工	18
7.1 一般规定	18
7.2 路基施工	18
7.3 路面基层施工	21
7.4 路面面层施工	21
7.5 桥涵施工	25
7.6 隧道施工	26
7.7 验收	26
附录 A (规范性附录) 水电工程场内施工道路主要技术指标	28

DL/T 5243 — 2010

附录 B (规范性附录)	路面加宽值的计算	31
附录 C (规范性附录)	缓和段长度的计算	32
附录 D (规范性附录)	岩体基本质量分级	33
附录 E (规范性附录)	水泥混凝土路面板及基层厚度的计算	36
附录 F (规范性附录)	泥结碎石路面、级配碎(砾)石路面 底基层和基层厚度的计算	43
附录 G (资料性附录)	国内部分已建或在建大型水电水利 工程桥梁技术参数资料	49
附录 H (规范性附录)	路堤、底基层和基层原材料的试验 项目	51
附录 I (规范性附录)	路堤、底基层和基层混合料的试验 项目	52
附录 J (规范性附录)	场内交通道路工程验收标准	53
条文说明		55

前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2007 年行业标准修订、制订计划的通知》（发改办工业 2007[1415]号）的要求制定的。

在制订本标准的过程中，进行了广泛地调查研究，总结了我国水电水利工程场内施工道路规划、设计、施工的成熟经验，参考了国家和相关行业的技术标准，结合了水电水利工程的特点，征求了国内有关单位和专家的意见。

本标准主要内容包括场内施工道路规划、设计、施工等方面的技术要求。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 H、附录 I、附录 J 为规范性附录。

本标准的附录 G 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业水电施工标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国水利水电第三工程局有限公司、中国水电建设集团路桥工程有限公司。

本标准主要起草人：王鹏禹、周孝武、姬脉兴、潘建军、龚浩、王再明、谢凯军、杜顺江、张晓玲、田艳、贾有明、张增伟、王宏民。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条 1 号，100761）。

1 范 围

本标准规定了水电水利工程场内施工道路的技术要求。

本标准适用于大、中型水电水利工程场内施工道路的规划、设计和施工。

其他工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- DL/T 5099 水工建筑物地下开挖工程施工技术规范
- DL/T 5135 水电水利工程爆破施工技术规范
- DL/T 5144 水工混凝土施工规范
- DL/T 5150 水工混凝土试验规程
- DL/T 5173 水电水利工程施工测量规范
- DL/T 5181 水电水利工程锚喷支护施工规范
- DL/T 5195 水工隧洞设计规范
- DL/T 5353 水电水利工程边坡设计规范
- DL/T 5370 水电水利工程施工通用安全技术规程
- DL/T 5371 水电水利工程土建施工安全技术规程
- DL/T 5373 水电水利工程施工作业人员安全技术操作规程
- DL/T 5389 水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范
- DL/T 5397 水电工程施工组织设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.0.1

场内施工道路 **construction road in site**

在水电水利工程施工区域内，根据工程建设需要设置的临时道路，可分为主要道路和非主要道路。

3.0.2

主要道路 **main road**

连接枢纽主要施工场所，在工程施工中承担主要运输任务的临时道路。

3.0.3

非主要道路 **non-main road**

连接主要施工道路和非主要施工场所，承担非主要运输任务的临时道路。

3.0.4

路基 **subgrade**

按照路线位置和一定技术要求修筑的作为路面基础的构造体。

3.0.5

路堤 **embankment**

高于原地面的填方路基。

3.0.6

路堑 **cutting**

低于原地面的挖方路基。

3.0.7

视距 **sight distance**

从车道中心线上规定的视线高度，能看到该车道中心线上高

DL / T 5243 — 2010

为 10cm 的物体顶点时,沿该车道中心线量得的长度。包括停车、会车、超车视距。

3.0.8

基层 base-course

在道路面层之下铺筑的结构层,主要承受由面层传递的车辆荷载,并将荷载分布到垫层或路基上。当基层为多层时,最下面的一层称为底基层。

3.0.9

水泥稳定土 cement stabilized soil

按规定的配合比,用水泥作黏结料,加入适当的水拌和,经压实和养护后,能够达到规定抗压强度指标的材料。

4 总 则

4.0.1 为了规范水电水利工程场内施工道路的规划、设计和施工，特制定本标准。

4.0.2 场内施工道路应根据施工总布置，总进度的要求进行规划。

4.0.3 场内施工道路应根据工程环境、施工需要、运输强度、荷载和运输设备等条件，经技术经济比较后进行设计。

4.0.4 场内施工道路的施工，应积极采用新技术、新工艺、新材料、新设备。

4.0.5 场内施工道路应具有相应的安全设施。

4.0.6 场内施工道路施工安全应按照 DL/T 5370、DL/T 5371、DL/T 5373 的规定执行。

4.0.7 场内施工道路的规划、设计、施工，应减少植被破坏，遵守国家环境保护、水土保持、文物保护等方面的相关规定。

4.0.8 场内施工道路的规划、设计与施工，除应遵守本标准的规定外，还应遵守国家和相关行业现行标准的有关规定。

5 场内施工道路规划

5.1 一般规定

5.1.1 应根据工程等级、规模、进度和枢纽布置要求，收集工程所在地的地质、地形、气象、水文等工程资料，了解当地现有交通条件。

5.1.2 应根据工程任务、施工组织设计、运输设备选型等进行道路运输量的测算。

5.1.3 应充分利用已有道路，结合永久道路，根据施工部位、施工阶段进行道路规划。应与对外交通合理衔接。

5.1.4 施工道路的布置和等级选用，应根据工程资料、施工组织设计，结合施工总布置确定。

5.2 主要工程项目对道路规划的要求

5.2.1 导截流工程施工道路应根据导截流规模、形式确定车道宽度、数量和等级，并结合后续工程合理规划。

5.2.2 土石方开挖工程施工道路应根据工程特点、结合工程进度进行规划。

5.2.3 料场道路应根据料场自然条件、料场规划、开采方式进行规划。

5.2.4 土石坝上坝道路宜采用坝坡式、岸坡式、混合式等型式，经比较后进行规划。当运输线路跨越趾板、垫层、心墙、斜墙等重要区域时应采取保护措施。

5.2.5 混凝土工程施工道路应满足混凝土运输方式、浇筑强度的要求。

5.2.6 地下工程施工道路应根据地下厂房、地下洞室群的布置位

置和施工特点进行规划，保持洞内、外道路畅通和良好通风、排水。

5.2.7 道路规划应满足机电设备、金属结构设备运输超重和特殊超大件的要求。

6 场内施工道路设计

6.1 一般规定

6.1.1 场内施工道路的技术指标，应满足场内各种施工车辆、机械及重大件运输的要求。经过技术经济比较，特殊重大件的运输也可采取临时措施。

6.1.2 傍山上下层线路应有适当的间距，地形陡峻、开挖工程量大的边坡稳定问题突出时，可采用隧道、桥梁、栈道等方案。

6.2 路 线

6.2.1 场内施工道路根据功能、承担的任务和使用时间等，划分为主要道路和非主要道路。

6.2.2 主要道路，根据年运量或单向小时行车密度，划分为一级道路、二级道路、三级道路三个等级，划分标准见表 6.2.2。

表 6.2.2 主要道路等级划分

道路等级	一级道路	二级道路	三级道路
年运量 $1.0 \times 10^4 \text{t}$	>1200	$250 \sim 1200$	<250
行车密度 辆/单向小时	>85	$25 \sim 85$	<25

6.2.3 场内施工道路可根据年运量、运输强度、主要物流方向、主要运输车型等情况，分路段采用不同的道路等级和路面宽度。

6.2.4 主要技术指标如下：

- 1 水电水利工程场内施工道路的主要技术指标见附录 A。
- 2 路基设计洪水重现期应不低于施工场地的防洪标准。

3 当平曲线半径小于不设超高的最小平曲线半径,设计速度超过 15km/h 时,应在平曲线上设置超高。主要道路超高横坡可按表 6.2.4 的规定采用。

表 6.2.4 主要道路超高横坡

超高横坡 %	平曲线半径 m		
	一级道路	二级道路	三级道路
2	250~195	150~115	100~80
3	195~130	115~75	80~50
4	130~90	75~55	50~35
5	90~60	55~35	35~20
6	60~45	35~25	20~15

4 平曲线半径小于或等于 200m 时,应在平曲线内侧加宽路面,路面加宽值可按附录 B 计算。当条件受限时,可将加宽值的 50%设在弯道外侧。路面加宽的路段,路基相应加宽。

5 在相邻两个坡度代数差大于 2% 时,应设置竖曲线。

6 道路两侧应设置路肩,挖方路段宽 0.5m~1.0m;填方路段宽 1.0m~2.0m,挡墙路段可取小值。在条件许可时,宜采用较宽的路肩。

6.2.5 视线横净距以内,妨碍视线的障碍物,应予以清除。

6.2.6 直线上的路拱断面过渡到平曲线上的超高、加宽断面时,应设置超高、加宽缓和段,缓和段的长度可按附录 C 确定。同时设置超高和加宽时,可将两者合并,取其长度较大者,并不得小于 10m。

6.2.7 当相邻两个同向平曲线间的直线长度较短时,宜调整线性合并为一个单曲线或复曲线。

6.2.8 相邻两个反向平曲线间的直线段长度,应满足设置超高、加宽缓和段的要求。当相邻两个反向平曲线均不设超高时,可直接连接。

6.2.9 路线的交叉宜设置在直线路段,交叉角不宜小于 30° 。由主线同一分岔点所分出的岔线,不宜超过两条。

6.3 路基工程

6.3.1 路堑边坡要求如下:

1 路堑边坡分为土质边坡和岩质边坡两种类型,边坡高度及坡度宜按表 6.3.1-1 和表 6.3.1-2 的规定采用。

在砂类土、黄土、易风化碎落的岩石和其他不良的土质路堑中,边沟外侧边缘与边坡坡脚之间,宜设置碎落台,其宽度不宜小于 0.5m。当边坡适当支护或高度小于 2m 时,可不设置碎落台。

表 6.3.1-1 土质路堑边坡坡度

土石类别		边坡最大高度 m	边坡坡度
松散土、耕植土、土石渣		15	1:1.0~1:2.5
一般原状土		20	1:0.5~1:1.5
黄土及类黄土		20	1:0.1~1:1.25
碎石土、卵石土、砾石土	胶结和密实	20	1:0.5~1:1.0
	中密	20	1:1.0~1:1.5
注 1: 边坡每隔 6m~10m, 宜设置马道, 马道宽度宜为 1m~3m;			
注 2: 当边坡高度超过 20m 或不良地质地段的路堑边坡, 应进行个别勘察设计。			

表 6.3.1-2 岩质路堑边坡坡度

边坡岩体 基本质量分级	风化程度	边坡高度及坡度	
		$H < 15\text{m}$	$15\text{m} \leq H < 30\text{m}$
I 类	未风化、微风化	1:0.1~1:0.3	1:0.1~1:0.3
	弱风化	1:0.1~1:0.3	1:0.3~1:0.5
II 类	未风化、微风化	1:0.1~1:0.3	1:0.3~1:0.5
	弱风化	1:0.3~1:0.5	1:0.5~1:0.75

表 6.3.1-2 (续)

边坡岩体 基本质量分级	风化程度	边坡高度及坡度	
		$H < 15\text{m}$	$15\text{m} \leq H < 30\text{m}$
Ⅲ类	未风化、微风化	1:0.3~1:0.5	—
	弱风化	1:0.5~1:0.75	—
Ⅳ类	弱风化	1:0.5~1:1.0	—
	强风化	1:0.75~1:1.0	—
注 1: 岩体基本质量分级按照附录 D 确定; 注 2: 有可靠的经验和资料时, 可不受本表限制; 注 3: 边坡每隔 10m~20m, 宜设置马道, 马道宽度宜为 1m~3m; 注 4: Ⅳ类强风化包括各类风化程度的极软岩, V 类岩质边坡高度及坡度可按照表 6.3.1-1 中一般原状土确定; 注 5: 当边坡高度超过 30m 或不良地质地段的路堑边坡, 应进行个别勘察设计。			

2 边坡渗水应采取引排措施。

6.3.2 路堤边坡坡度宜按表 6.3.2 选用。

表 6.3.2 路堤边坡坡度

填料 类别	边坡最大高度 m			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
一般黏 性土	20	8	12	—	1:1.5	1:1.75
砾石土、 粗砂、 中砂	12	—	—	1:1.5	—	—
碎石土、 卵石土	20	12	8	—	1:1.5	1:1.75
不易风 化的 石块	8	—	—	1:1.3	—	—
	20	—	—	1:1.5	—	—
注 1: 用大于 25cm 的石块填筑路堤且边坡采用干砌者, 边坡坡度应根据具体情况确定; 注 2: 浸水路堤边坡应视填料类别、边坡保护程度确定, 未设保护的边坡不宜陡于 1:2; 注 3: 与永久公路结合的路堤边坡坡度宜适当放缓。修筑在地面横坡陡于 1:5 的山坡上的路堤, 应将原地面挖成台阶, 其宽度不宜小于 1m。						

6.3.3 路基压实度可按表 6.3.3 的规定选用。

表 6.3.3 路基最小压实度（采用重型压实标准）

填挖类别	深度 cm	路基最小压实度		
		一般地区	干旱地区	湿润地区
填 方	0~80	0.95~0.93	0.93~0.91	0.93~0.91
	80~150	0.93~0.91	0.91~0.89	0.89~0.87
	>150	0.93~0.91	0.91~0.89	0.87~0.85
低填方、零填或挖方	0~80	0.95~0.93	0.93~0.91	0.93~0.91
注 1：低填方系指低于 80cm 的填方，深度由原地面算起。其他深度均由路槽底算起； 注 2：干旱地区系指干燥度大于 4，年降雨量小于 200mm 的地区；一般地区系指干燥度在 1~4 之间，年降雨量在 200mm~800mm 之间的地区；湿润地区系指干燥度小于 1，年降雨量大于 800mm 的地区； 注 3：黏性土宜采用下限，砂性土宜采用上限； 注 4：对短时段使用的非主要道路的路基，可根据实际情况和施工经验适当降低标准。				

6.3.4 应根据地形、地质和使用要求，对路基采用挡墙、护坡、锚固等方式进行加固和防护。

6.3.5 路基排水应结合路面排水、路基防护及地基处理，采取防、排、疏等综合措施。

6.3.6 特殊条件下的路基，应根据实际情况采取相应的处治措施。特殊条件下的路基一般包括滑坡和崩塌地区的路基、泥石流地区的路基、软土或沼泽地区的路基、多年冻土地区的路基和膨胀土地区的路基等。

6.4 路 面 工 程

6.4.1 场内施工道路常用路面类型包括水泥混凝土路面、泥结碎石路面、级配碎（砾）石路面及其他路面。

6.4.2 路面应满足强度、稳定性和使用期限的要求，其表面应平整、密实，且粗糙度适当。

6.4.3 路面可采用直线型路拱，路拱坡度宜按表 6.4.3 的规定选用。

表 6.4.3 路 拱 坡 度

路面面层类型	路拱坡度 %
水泥混凝土路面	1.0~2.0
泥结碎石、级配碎（砾）石路面	2.5~3.5
其他路面（当地材料改善土、石渣等）	2.5~4.0
注 1：在经常有汽车拖挂运输的道路上，应采用下限值； 注 2：在年降雨量较大的道路上，宜采用上限；在年降雨量较小或有冰冻、积雪的道路上，宜采用下限。	

穿越或邻接场区的道路和单车道道路可采用单向直线型路拱。路拱坡度，宜采用 1%~3%，或与场区的地面坡度相同。

6.4.4 水泥混凝土路面要求如下：

1 水泥混凝土路面，宜以作用于道路上的最大轴载为设计荷载，按混凝土疲劳强度理论进行设计。

2 水泥混凝土路面板及基层厚度可按附录 E 计算确定。

3 路面基层厚度不应小于 20cm，宽度应较混凝土面板每侧至少宽出 25cm。在透水性路基或膨胀土路基上的基层，宽度应与路基相同。岩石路基上，不需设置基层，但应根据需要设置砂或碎石平整层，平整层厚可为 3cm~5cm，采用碎石时其粒径应小于 20mm。

4 在水文地质不良地段及冰冻地区，基层与路基间宜加砂砾石或碎石垫层，垫层厚度不宜小于 15cm。

5 在水泥混凝土路面纵向接缝、横向接缝中设置的拉杆、传力杆，尺寸及间距可分别按表 6.4.4-1 和表 6.4.4-2 的规定采用。

表 6.4.4-1 拉杆尺寸及间距

路面板厚 cm	长度 cm	直径 mm	间距 cm			
			板宽 3.00m	板宽 3.50m	板宽 3.75m	板宽 4.50m
20~24	65	16	100	95	90	80
25~30	75	18				
31~34	80	20				
35~40	90	22				
注 1: 拉杆应采用螺纹钢筋, 设在板厚中央, 并应对拉杆中部 100mm 范围内进行防锈处理; 注 2: 连续配筋混凝土面层的纵缝拉杆可由板内横向钢筋延伸穿过接缝代替。						

表 6.4.4-2 传力杆尺寸及间距

路面板厚 cm	长度 cm	直径 mm	间距 cm	
			胀缝	缩缝
20~30	45	25	25~40	20~30
31~40	60	32	45~60	35~50
注 1: 传力杆应采用光面钢筋, 其长度一半以上应涂以沥青; 胀缝处的传力杆, 尚应在涂沥青一端的端部加一套子, 内留空隙; 套子端应在相邻板中交错布置; 注 2: 当路面板厚较大时, 间距应采用上限; 反之, 间距应采用下限。				

6.4.5 泥结碎石路面和级配碎(砾)石路面要求如下:

1 泥结碎石路面和级配碎(砾)石路面, 宜按后轴重最大的主要重型自卸汽车为标准车, 采用柔性路面典型结构与弯沉计算相结合的方法进行设计。

2 泥结碎石路面和级配碎(砾)石路面面层厚度可为 15cm~30cm。

3 土质路基上, 底基层和基层的厚度可按附录 F 计算确定。当路基土质和水文状况不良时, 应根据需要设置砂砾石或碎石垫

层；垫层厚度可为 15cm~30cm。

4 岩石路基上，不需设置底基层和基层，但应根据需要设置砂砾石或碎石调平层，调平层厚度宜为 6cm~8cm。

6.4.6 过水路面要求如下：

1 漫水部分长度不宜超过 100m，漫水深度不宜超过 0.4m，流速不宜大于 2m/s。

2 漫水部分路面两侧应设标桩，间距为 3m~5m，桩顶高出路面 0.6m。

3 路堤高度大于 0.5m 时，在一些经常流水但流量较小的河沟上，可设置小型排水构筑物。

6.5 桥梁及涵洞

6.5.1 桥涵布置

1 桥涵应布置在河道顺畅、水流稳定、地形地质条件较好的河段，避开泥石流区、山沟洪水冲刷区。

2 桥梁应考虑通航要求，不影响发电，并考虑对河床演变的影响。对受枢纽水工泄水建筑物泄流影响的桥梁，应进行水力学计算。

3 跨线桥桥下净空，应符合被跨公路、铁路及其他建筑限界的规定。

6.5.2 桥型选择

1 桥型宜选择结构简单、施工速度快、可回收利用的钢桁架组合桥和索桥。

2 对于洪峰历时短的山区性河流可采用漫水桥。

3 对钢筋混凝土桥梁，上部结构宜采用梁、板型式，下部结构宜为实体墩式，基础宜采用扩大式基础或桩基。大跨度桥梁上部结构宜采用桁架或拱型结构，墩台宜采用排架结构。

4 涵洞宜设计为无压力式。

6.5.3 桥涵基础

1 桥涵地基的容许承载力,可根据地质勘测、试验资料等分析确定。地质构造复杂的桥涵地基的容许承载力,应经现场试验确定。

2 桥涵墩台基底埋置深度,应综合考虑地基的冻胀、水流的冲刷等情况。

6.5.4 荷载标准

1 桥涵的设计荷载标准,应根据水电水利工程施工和运行特点确定。对于超大、超重件的运输通道,应采用实际轴压为验算荷载。

2 国内部分已建或在建大型水电水利工程桥梁技术参数资料见附录 G。

6.6 隧 道

6.6.1 隧道的位置宜避开不良地质地段。隧道内外平、纵线形应合理并满足行车的安全要求,其技术指标应符合本标准附录 A 的规定。

6.6.2 隧道的横断面尺寸应满足施工车辆、机械和超限件运输的要求,还应满足洞内道路设施及附属设施等的要求。等级和设计速度相同的一条路线上的隧道横断面宜采用相同的内轮廓。

对于单车道需要双向行驶的隧道,应根据具体情况设置错车道,错车道的间距不宜超过 300m。

6.6.3 隧道进、出口洞门可采用端墙式、翼墙式、台阶式、柱式、削竹式、喇叭口式等形式,也可用明洞延伸到洞外。

6.6.4 对地表水、地下水应妥善处理,使隧洞内外形成一个完整通畅的防排水系统。

6.6.5 隧道应按规定设置通风、照明系统,并按交通工程要求设置标志、标线、监控、通信、紧急呼叫、火灾报警、防灾与避难等设施。

6.7 沿 线 设 施

6.7.1 道路应按规定配置标志、视线诱导标及隔离设施；桥梁与高路堤路段应设置路侧护栏（防护墩）；平面交叉应设置预告、指示或警告牌、支线减速让行或停车让行等交通安全设施。

6.7.2 连续长陡下坡路段危及运行安全处应设置避险车道，必要时可在起始端前设置试制动车道等交通安全设施。

6.7.3 对易发生坠石、滚石的路段，应采取防护措施，设置警示牌。

7 场内施工道路施工

7.1 一般规定

7.1.1 道路施工前应进行图纸会审，在技术交底的基础上，进行现场调查和核对。

7.1.2 道路施工前应编制施工组织设计。爆破施工、桥涵和隧道施工应编制专项施工措施，并按规定程序报批。

7.1.3 测量控制性网点应进行现场交接，并保护好交接成果；交接后及施工期间应对控制网点进行复测；导线、水准点复测与加密应满足相应精度要求。

7.1.4 路堤、底基层和基层原材料按附录 H 内容进行试验，混合料按附录 I 内容进行试验。原材料质量和性能应符合设计要求。

7.1.5 各个工序均应进行检验，经检验合格后方可进行下一工序施工。

7.2 路基施工

7.2.1 路堑施工及质量控制

1 路堑开挖、爆破、防护施工应按 DL/T 5389、DL/T 5135、DL/T 5397 相关规定执行。

2 挖方边坡的坡度应不陡于设计值；挖方路基应满足设计承载力要求。

3 边坡危石应及时清理，根据设计要求进行加固、支护和设置排水系统。

7.2.2 路堤施工及质量控制

1 二级路以上的路堤和特殊路堤，宜先进行试验，取得施工技术参数。试验路段应选择在具有代表性的地段，路段长度不宜

小于 100m。

2 路堤基底应清理和压实,满足设计要求后方可进行填筑施工。

3 路堤应按设计要求分层填筑,逐层压实。当原地面纵坡大于 12%或横坡陡于 1:5 时,应按设计要求开挖成台阶后填筑。

4 路基外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合表 7.2.1-1 的要求。路基质量控制的项目、频度和质量标准应符合表 7.2.1-2 的要求。

表 7.2.1-1 外形尺寸检查项目、频度和质量标准

工程类别	项目	频 度	质量标准	
			一级道路	二、三级道路
路基和路面基层	纵断高程 mm	水准仪:每 200 延米 4 个断面	+10, -15	+10, -20
	中线偏位 mm	经纬仪:每 200m 测 4 点,弯道加 HY、YH 两点	50	100
	宽度 mm	米尺:每 200 延米 4 处	+0 以上	+0 以上
	横坡度 %	水准仪:每 200m 测 4 个断面	±0.3	±0.5
	平整度 mm	3m 直尺:每 200 延米 2 处,每处连续 10 尺	15	20
	边坡	尺量:每 200m 测 4 处	不陡于设计值	

表 7.2.1-2 质量控制的项目、频度和质量标准

工程类别	项 目	频 度	质量标准
无结合料基层	含水率	据观察,异常时随时试验	满足规定要求
	级配	每 2000m ² 试验 1 次	满足级配的要求
	拌和均匀性	随时观察	无粗细集料离析现象

表 7.2.1-2 (续)

工程类别	项 目		频 度	质量标准
无 结 合 料 基 层	压实度		每一作业段或不大于 2000m ² 检查 6 次以上	满足设计要求
	塑性指数		每 1000m ² 试验 1 次, 异常时随时试验	小于 17
	集料压碎值		据观察, 异常时随时 试验	二、三级道路不大 于 40%, 一级道路不 大于 35%
水 泥 或 石 灰 稳 定 土	级配		每 2000m ² 试验 1 次	满足级配的要求
	集料压碎值		观察, 异常时随时试 验	二、三级道路不大 于 40%, 一级道路不 大于 35%
	水泥或石灰剂量		每 2000m ² 试验 1 次, 至少试验 6 次, 用滴定 法或用直读式测钙仪试 验, 并与实际水泥或石 灰用量校核	不小于设计值-1.2%
	含水率	水泥稳定土	据观察, 异常时随时 试验	在设计要求范围内
		石灰稳定土		
	拌和均匀性		随时观察	无灰条、灰团, 色 泽均匀, 无离析现象
	压实度	稳定细粒土	每一作业段或不超过 2000m ² 检查 6 次以上	满足设计要求
		稳定中粒土 和粗粒土		
	无侧限抗压强度		稳定细粒土, 每一作业 段或每 2000m ² 安放 6 个试 件, 稳定中粒土和粗粒土, 每一作业段或每 2000m ² 安放 6 个或 9 个试件	二、三级道路的底 基层 2MPa, 基层 3MPa; 一级道路的底 基层 2.5MPa, 基层 4MPa

7.2.3 半挖半填路基施工

斜坡段宜设置向内侧倾斜的台阶, 或采取综合加固处理措施。填筑施工时应按要求处理好横向、纵向、原地面等结合界面, 确保路基的整体性。

7.2.4 特殊路基施工

1 软土地基进行抛石挤淤、换填、砂井、强夯、加固桩施工时，应满足设计要求。

2 崩塌与岩堆地段路基施工中，应采取有效措施，预防岩石塌落，不宜扰动岩堆体、破坏原有的边坡。

3 易发生泥石流地区的路段应确定适宜的施工方案，施工中应采取可靠的安全和防护措施。

4 多年冻土和膨胀土路基施工应参照相关成功经验，满足设计要求。

7.3 路面基层施工

7.3.1 干贫混凝土基层配合比应满足设计指标的要求，铺筑参数应由现场碾压试验确定。拌和物宜采用搅拌站进行生产，碾压施工应连续作业。

7.3.2 稳定土宜集中拌制，经现场试验论证，也可采取路拌法施工。宜采用 12t 以上的设备分层碾压，不得用薄层贴补法进行找平，施工参数应根据试验确定。

7.3.3 级配碎（砾）石、填隙碎石配料应满足设计要求，宜采用 12t 以上的设备分层碾压，施工参数应由现场碾压试验确定。

7.3.4 路面基层施工外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合表 7.2.1-1 的要求。路面基层质量控制的项目、频度和质量标准应符合表 7.2.1-2 的要求。

7.4 路面面层施工

7.4.1 水泥混凝土面层施工方法如下：

1 水泥混凝土面层应采用浇筑法或碾压法施工。

2 表面提浆后应及时进行整平饰面和精平饰面。

3 需要切缝的缩缝和纵缝宜采用切割机进行切缝，软切缝宜在面层混凝土达到 1.0MPa~1.5MPa 进行。

4 一般路段抗滑槽宜选用拉毛机械施工,特殊路段可采用硬刻槽机施工。

5 混凝土路面铺筑后按 DL/T 5144 要求保湿养护,养护结束后应及时进行灌缝施工。

6 水泥混凝土面层实测项目见表 7.4.1。

表 7.4.1 水泥混凝土面层实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差		检查方法和频率
			一级场内道路	其他场内道路	
1	抗弯强度 MPa		在合格标准之内		参照 DL/T 5150 进行
2	板厚度 mm	代表值	-6		每 200m 每车道 2 处
		合格值	-12		
3	平整度	σ mm	1.4	2.4	平整度仪；全线每车道连续检测，每 100m 计算 σ 、 IRI
		IRI m/km	2.4	3.8	
		最大间隙 h mm		6	3m 直尺：半幅车道板带每 200m 测 2 处，每处 10 尺
4	抗滑构造深度 mm		一般路段不小于 0.7 且不大于 1.1；特殊路段不小于 0.8 且不大于 1.2	一般路段不小于 0.5 且不大于 1.0；特殊路段不小于 0.6 且不大于 1.1	铺砂法：每 200m 测 1 处
5	相邻板高差 mm		2.4	3.6	抽量：每条胀缝 2 点；每 200m 抽纵、横缝各 2 条，每条 2 点
6	纵、横缝顺直度 mm		12	纵缝 20m 拉线，每 200m 4 处；横缝沿板宽拉线，每 200m 4 条	

表 7.4.1 (续)

项次	检查项目	规定值或允许偏差		检查方法和频率
		一级场内道路	其他场内道路	
7	中线平面偏位 mm	24	经纬仪：每 200m 测 4 点	
8	路面宽 mm	±24	尺量：每 200m 测 4 处	
9	纵断高程 mm	±12	±18	水准仪：每 200m 测 4 断面
10	横坡 %	±0.18	±0.30	水准仪：每 200m 测 4 断面
注：表中 σ 为平整度仪测定的标准差；IRI 为国际平整度指数；h 为 3m 直尺与面层的最大间隙。				

7 外观评定合格标准如下：

- 1) 混凝土板的断裂块数，一级道路不得超过评定路段混凝土板总块数的 0.2%，其他场内道路不得超过 0.4%。对于断裂板应采取适当措施予以处理。
- 2) 混凝土板表面的脱皮、印痕、裂纹和缺边掉角等病害现象，对于一级道路，有上述缺陷的面积不得超过受检面积的 0.2%，其他公路不得超过 0.3%。对于连续配筋的混凝土路面和钢筋混凝土路面，不得产生干缩、温度裂缝。
- 3) 路面侧石砌筑应直顺、曲线圆滑。
- 4) 接缝填筑应饱满密实，不污染路面。
- 5) 胀缝不应有明显缺陷。

7.4.2 级配碎（砾）石面层与基层施工方法相同。在潮湿路段可掺入适量石灰，掺量经过试验确定。

7.4.3 泥结碎（砾）石面层施工方法如下：

- 1 宜采用基坑和边坡开挖的质坚、耐磨、强度较高的碎（砾）石材料，针片状含量不宜超过 20%，土的塑性指数一般为 10~20，

用量一般为 15%~20% (重量计)。

2 泥结碎(砾)石面层施工可采用路拌法或灌浆法, 掺合比例应经试验确定。施工前, 应通过生产性试验确定各项施工参数。潮湿路段, 可掺入土重量 8%~12% 的石灰。

3 集料运输宜采用自卸汽车运输, 推土机或平地机配合人工进行摊铺整平。

4 洒水时均匀喷洒。应在表面未干前均匀撒铺嵌缝料。结构层变干后, 表面多余的细料以及细料覆盖层均应清除干净。

5 按试验确定的碾压参数进行碾压。在碾压过程中应随时将嵌缝料扫均匀。采用灌浆及带浆碾压时, 应使用润湿的碎石。带浆碾压宜采用 12t 以上的振动碾, 使泥浆充分灌满碎石缝隙。待泥浆表面已干、内部尚属半湿状态时, 可进行最终碾压, 碾压 1~2 遍后撒铺一层 3mm~5mm 厚石屑并扫匀, 再静碾 2~3 遍。

6 灌浆法施工时泥浆宜采用搅拌机拌制均匀。碾压应采用 12t 以上振动压路机碾压, 直至面层无明显轮迹。

7 泥(灰)结碎(砾)石面层实测项目见表 7.4.3。

表 7.4.3 泥(灰)结碎(砾)石面层实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	厚度 mm	满足设计要求	尺量: 每 200m 每车道 2 处
2	中线平面偏位 mm	30	经纬仪: 每 200m 测 4 点
3	路面宽 mm	不小于设计值	尺量: 每 200m 测 4 处
4	纵断高程 mm	±15	水准仪: 每 200m 测 4 断面
5	横坡 %	±0.5	水准仪: 每 200m 测 4 断面

8 外观质量要求: 表面平整密实, 边线整齐, 无松散。

7.5 桥 涵 施 工

7.5.1 一般规定

1 桥涵基础施工中，不应使基底浸水和长期暴露，基础的基底不得受冻。

2 桥梁吊装、架设施工前应对桥梁构件，吊装和架桥设备、设施进行强度和稳定性校核。

3 桥梁施工安装完成后，应进行荷载试验，验收合格后方可投入使用。

4 索桥、钢桁架组合桥应在专业人员指导下施工。

5 桥涵混凝土施工参照 DL/T 5144 执行。

7.5.2 钢架桥施工

1 钢架桥按照水工钢结构桥梁的施工方法进行施工。

2 钢桥安装应按施工图和技术要求进行。安装前应对支架、支墩、桥梁、吊机设备在不同受力状态下的强度、刚度及稳定性进行验算和测试。

3 钢架桥安装可采用悬臂推出、尾架推出、整孔吊装、浮运架设、就地拼装等方法。钢桁架组合桥的安装应按厂家的技术要求进行专项设计，一般采用悬臂推出法。

7.5.3 钢筋混凝土桥梁施工

1 桥梁上部结构可采用预制和现浇梁（板）两种形式。

2 梁（板）预制前，应根据施工顺序，合理布置预制、堆放场地；预制后应注明标记，出厂前应检验合格；起吊和安放时，应按设计规定的位置布置吊点和支承点。

3 预制梁的安装可采用吊车吊装、伸臂式浮吊架设、架桥机架设、缆索吊装、搭设便桥辅助架设等方法。

7.5.4 索桥施工

1 索头、锚头和钢索应进行强度试验。

2 钢索、钢梁、面板要进行可靠的防腐保护。

3 索桥施工应满足空桥垂度和工作垂度要求。

7.5.5 涵管施工

1 钢筋混凝土圆涵管宜预制，管节安装可采用滚动安装法、滚木安装法、压绳下管法、设备安装法。

2 台背填土应在支撑梁（或涵底铺砌）及盖板安装且砂浆强度及箱涵混凝土强度达到设计强度的 75% 以后进行。

3 涵顶部、涵台背填料宜选用内摩擦角较大的砾类土、砂类土分层对称填筑，填土压实应采用轻型机具，控制摊铺厚度并保证压实度满足设计要求。

7.6 隧 道 施 工

隧道施工按 DL/T 5099、DL/T 5144、DL/T 5181 相关规定执行。

7.7 验 收

7.7.1 道路的完工验收按单元工程、分部工程、单位工程进行验收，桥涵、隧道及附属设施的验收参照相关规范执行。

7.7.2 施工道路工程划分如下：

1 单元工程：宜以 1km 长的路段为评定单位；采用长流水作业法施工的场内道路也可以每天完成的路段为评定单位。

2 分部工程：宜以完整的一条路来划分。

3 单位工程：全部场内施工道路划分为一个单位工程。

7.7.3 场内施工道路仅进行完工验收。场内施工道路验收分为合格和不合格两类，标准按附录 J 执行。

7.7.4 验收资料包括如下项目：

1 合同文件；

2 规划、设计文件；

3 施工质量检测资料；

4 各工序检验和交接资料；

5 单元工程、分部工程和单位工程验收资料。

7.7.5 工程完工验收后一个月内，资料应整编完毕，归档保存；归档资料应齐全，数据真实可靠；检验及验收资料应按工程档案相关规定进行归档保存，按合同规定备制。

附 录 A

(规范性附录)

水电工程场内施工道路主要技术指标

A.1 水电工程场内施工主要道路主要技术指标见表 A.1。

表 A.1 主要道路主要技术指标

项 目			道 路 等 级			备 注	
			一	二	三		
年运量 1×10 ⁴ t			>1200	250~1200	<250		
行车密度 辆/单向小时			>85	25~85	<25		
计算行车速度 km/h			40	30	20		
最大纵坡 %			8	9	9	在条件受限时可增加 1%， 三级道路个别路段可增加 2%；但在积雪严重及海拔 2000m 以上地区不宜增加	
最小平曲线半径 m			45	25	15		
不设超高的最小平曲线半径 m			250	150	100		
视距 m	停车		40	30	20		
	会车		80	60	40		
竖曲线 最小半径 m	凸形		700	400	200		
	凹形		700	400	200		
双车 道路 面宽 度 m	车宽 分类 m	一	2.5	7.5	7.0	6.5	当实际车宽与计算车宽的 差值大于 10cm 时，应适当调 整路面的宽度
		二	3.0	8.5	8.0	7.5	
		三	3.5	9.5	9.0	8.5	
		四	4.0	10.5	9.5	9.0	
		五	4.5	12.0	11.5	11.0	
		六	5.0	15.0	14.0	13.0	

表 A.1 (续)

项 目				道 路 等 级			备 注
				一	二	三	
单车 道路 面宽 度 m	车宽 分类 m	一	2.5	4.0	4.0	3.5	当车道需要双向行车时， 应设置错车道，错车道间距 不宜大于 300m
		二	3.0	5.0	4.5	4.0	
		三	3.5	5.5	5.0	4.5	
		四	4.0	6.0	5.5	5.0	
		五	4.5	6.5	6.0	5.5	
		六	5.0	8.0	7.5	7.0	
回头 曲线	计算行车速度 km/h			25	20	15	1. 在条件受限时， 级道路回头曲线各项指标可 适当降低，但四级公路和等 二、三级道路，无挂车、拖 时，最小半曲线半径不得小 12m 2. 单车道路面加宽值，应 按表列数值取值 3. 表中轴距加前悬值为 7m、8m、8.5m 的汽车，其 面加宽值是按表列最小曲线 半径增加一倍相应的汽车 车宽值后算得值，表中带括 的数值系按表列最小曲线半 径算得 4. 当汽车轴距加前悬值为 6m、7m 的汽车时，采用 6m 的 加宽值与 7m 的加宽值 值进行内插计算 距加前悬值在 6m~8m 之 时，采用 8m 的加宽值 无括号的加宽值为最小值， 算
	平曲线最小半径 m			20	15	15	
	超高横坡 %			6	6	6	
	双车 道路 面加 宽值 m	轴距 加前 悬 m	5	1.3	1.7	1.7	
			6	1.8	2.4	2.4	
			7	(2.5)/2.0	(3.3)/2.5	(3.3)/2.5	
			8	2.5	3.0	3.0	
			8.5	2.7	3.3	3.3	
	最大纵坡 %			3.5	4.0	4.5	
	停车视距 m			25	20	15	
会车视距 m			50	40	30		
注：特殊情况下，要突破表中数值时，应进行专门论证，并采取可靠的安全措施。							

A.2 水电工程场内施工非主要道路主要技术指标见表 A.2

表 A.2 非主要道路主要技术指标

项 目		指标	备 注
路面宽度 m	双车道	6~12	1. 车间引道宽度, 可与车间大门相适应 2. 一条道路可分段采用不同的路面宽度 3. 当路面宽度达到 12m 尚不能满足使用要求时, 可根据具体情况及车辆宽度增加 4. 运输繁忙, 经常通行大型车辆 (车宽大于 2.5m), 行人及混合交通量大的项目, 采用上限值, 反之采用下限值
	单车道	3~4.5	
计算行车速度 km/h		15	
最大纵坡 %		10	1. 在条件受限时, 最大纵坡可增加 6% 2. 专供运输易燃、易爆危险品的道路最大纵坡, 不宜大于 8%
最小 平曲线半径 m	行驶单辆汽车	9	1. 车间引道的最小转弯半径, 不小于 6m 2. 通行 20t 以上平板拖车的道路最小平曲线半径可根据实际需要采用 3. 表中平曲线半径均指路面边缘最小转弯半径
	汽车带一辆拖车	12	
	12t~15t 平板拖车	15	
	40t~60t 平板拖车	18	
视距 m	会车视距	30	
	停车视距	15	
	交叉路口停车视距	20	
竖曲线 最小半径 m	凸形	100	
	凹形	100	
注: 仅供设备临时通行的便道, 不受表中数值限制, 应根据设备技术参数确定。			

附录 B

(规范性附录)

路面加宽值的计算

双车道路面加宽值 b_j (m) 应按式 (B.1) 计算, 单车道路面加宽值按双车道路面加宽值的 50% 采用。由于水电水利工程场内施工道路的计算行车速度较低, 主要行驶轴距加前悬值很大的重型自卸汽车, 再加上路面较宽, 故在计算路面加宽值 b_j (m) 时, 略去了 $\frac{0.1v}{\sqrt{R}}$ 部分。

$$b_j = \frac{L^2}{R} \quad (\text{B.1})$$

式中:

L ——汽车轴距加前悬, m;

R ——平曲线半径, m。

附 录 C

(规范性附录)

缓和段长度的计算

道路绕路面加宽前的内边缘旋转时的超高缓和段长度,可按式(C.1)计算;绕路中线旋转时的超高缓和段长度,可按式(C.2)计算。超高缓和段的长度不得小于10m。

$$L_c = \frac{B i_1}{i_2} \quad (\text{C.1})$$

$$L_c = \frac{\frac{B}{2}(i_1 + i_3)}{i_2} \quad (\text{C.2})$$

式中:

L_c ——超高缓和段长度, m;

B ——路面宽度, m;

i_1 ——超高横坡度, %;

i_2 ——超高附加纵坡, %, 系路面外边缘超高缓和段的纵坡与路线设计纵坡的坡差。超高附加纵坡,可按表 C.1 采用;

i_3 ——路拱坡度, %。

表 C.1 超 高 附 加 纵 坡

计算行车速度 km/h	40	30	20
超高附加纵坡 %	1.00	1.33	2.00

加宽缓和段的长度可按照6倍加宽值确定,但不得小于10m。

附录 D

(规范性附录)

岩体基本质量分级

D.1 岩体基本质量分级见表 D.1。

表 D.1 岩体基本质量分级

基本质量级别	岩体基本质量的定性特征	岩体基本质量指标 BQ
I	坚硬岩、岩体完整	>550
II	坚硬岩，岩体较完整；较坚硬岩，岩体完整	$550\sim451$
III	坚硬岩，岩体较破碎；较坚硬岩或软硬岩互层，岩体较完整；较软岩，岩体完整	$450\sim351$
IV	坚硬岩，岩体破碎；较坚硬岩，岩体较破碎～破碎；较软岩或软硬岩互层，且以软岩为主，岩体较完整～较破碎；软岩，岩体完整～较完整	$350\sim251$
V	较软岩，岩体破碎；软岩，岩体较破碎～破碎；全部极软岩及全部极破碎岩	≤ 250

D.2 岩体坚硬程度的划分见表 D.2。

表 D.2 岩体坚硬程度的划分

名 称		定性鉴定	代表性岩石	定量鉴定值 R_c
硬 质 岩	坚硬岩	锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎； 浸水后，大多无吸水反应	未风化～微风化的：花岗岩、正长岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英片岩、硅质板岩、石英岩、硅质胶结的砾岩、石英砂岩、硅质石灰岩等	>60
	较坚硬岩	锤击声清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎； 浸水后，有轻微吸水反应	1. 弱风化的坚硬岩； 2. 未风化～微风化的：熔结凝灰岩、大理岩、板岩、白云岩、石灰岩、钙质胶结的砂岩等	$60\sim30$

表 D.2 (续)

名 称		定性鉴定	代表性岩石	定量鉴定值 R_C
软 质 岩	较软岩	锤击声不清脆， 无回弹，较易击碎； 浸水后，指甲可刻出印痕	1. 强风化的坚硬岩； 2. 弱风化的较坚硬岩； 3. 未风化~微风化的：凝灰岩、千枚岩、砂质泥岩、泥灰岩、泥质砂岩、粉砂岩、页岩等	30~5
	软 岩	锤击声哑，无回弹，有凹痕，易击碎； 浸水后，手可掰开	1. 弱风化的坚硬岩； 2. 弱风化~强风化的较坚硬岩； 3. 弱风化的较软岩； 4. 未风化的泥岩等	15~5
	极软岩	锤击声哑，无回弹，有较深凹痕，手可捏碎； 浸水后，可捏成团	1. 全风化的各种岩石； 2. 各种半成岩	<5
注： R_C 为岩石单轴饱和抗压强度，其单位为 MPa。				

D.3 岩体完整程度的划分见表 D.3。

表 D.3 岩体完整程度的划分

名称	结构面发育程度		主要结构面的组合程度	主要结构面类型	相应结构类型	岩石完整性指数 K_v
	组数	平均间距 m				
完 整	1~2	>0.1	结合好或结合一般	节理、裂隙、层面	整体状或巨厚层状结构	>0.75
较完整	1~2	>0.1	结合差		块状或厚层状结构	0.75~0.55
	2~3	1.0~0.4	结合好或结合一般		块状结构	
较破碎	2~3	1.0~0.4	结合差	节理、裂隙、层面、小断层	裂隙块状或中厚层状结构	0.55~0.35

表 D.3 (续)

名称	结构面发育程度		主要结构面的组合程度	主要结构面类型	相应结构类型	岩石完整性指数 K_v
	组数	平均间距 m				
较破碎	≥ 3	$0.4 \sim 0.2$	结合好	节理、裂隙、层面、小断层	镶嵌碎裂结构	$0.55 \sim 0.35$
			结合一般		中、薄层状结构	
破 碎	≥ 3	$0.4 \sim 0.2$	结合差	各种类型结构面	裂隙块状结构	$0.35 \sim 0.15$
		≤ 0.2	结合一般或结合差		碎裂状结构	
极破碎	无序		结合很差		散体状结构	< 0.15
注：岩石完整性系数 $K_v = (v_R/v_P)^2$ 。其中， v_R 为弹性纵波在岩体中的传播速度； v_P 为弹性纵波在岩块中的传播速度。						

D.4 岩体基本质量指标 (BQ)，应根据定量鉴定值 R_c 和岩石完整性指数 K_v ，按式 (D.1) 计算。

$$BQ = 90 + 3R_c + 250K_v \quad (D.1)$$

使用式 (D.1) 时，应遵守下列限制条件：

- (1) 当 $R_c > 90K_v + 30$ 时，应以 $R_c = 90K_v + 30$ 和 K_v 代入计算 BQ 值；
- (2) 当 $K_v > 0.04R_c + 0.4$ 时，应以 $K_v = 0.04R_c + 0.4$ 和 R_c 代入计算 BQ 值。

附录 E

(规范性附录)

水泥混凝土路面板及基层厚度的计算

E.1 土质路基上水泥混凝土路面板及基层厚度的计算。

E.1.1 各级轴载换算成设计荷载的平均日作用次数，可按式 (E.1) 计算。

$$N_j = \sum_{i=1}^m n_i \left(\frac{P_i}{P_m} \right)^{11} \quad (\text{E.1})$$

式中：

N_j ——各级轴载换算成设计荷载的平均日作用次数；

n_i ——第 i 级轴载的平均日作用次数；

P_i ——第 i 级轴载，kN；

P_m ——设计荷载，kN；

m ——轴载级数。

E.1.2 路面设计使用年限应与道路服务年限相同，当道路服务年限大于 20 年时按 20 年计。路面设计使用年限内，设计荷载的累计有效作用次数，可按式 (E.2) 计算。

$$N = \sum_{j=1}^T N_j t \eta \quad (\text{E.2})$$

式中：

N ——路面设计使用年限内，设计荷载的累计有效作用次数；

T ——路面设计使用年限；

t ——全年工作日数；

η ——车轮轮迹横向分布系数。单车道时，可采用 0.5~0.65；双车道时，可采用 0.4~0.5。当交通量较大时，宜采用上限；反之，宜采用下限。

E.1.3 水泥混凝土的抗折疲劳强度，可按式 (E.3) 计算。

$$\sigma_f = \sigma_s (0.94 - 0.077 \lg N) \quad (\text{E.3})$$

式中：

σ_f ——水泥混凝土的抗折疲劳强度，MPa；

σ_s ——水泥混凝土的计算抗折强度，MPa。

水泥混凝土的计算抗折强度和抗折弹性模量应经试验确定，其龄期宜按 28 天计。当无试验资料时，可按表 E.1 的规定采用。

表 E.1 水泥混凝土的计算抗折强度和抗折弹性模量

计算抗折强度 MPa	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
抗折弹性模量 GPa	25	27	28	31	33

E.1.4 水泥混凝土路面基层顶面的当量回弹模量，可按式 (E.4) 计算，其值不应小于 80MPa。

$$E_t = \frac{pD(1-\mu^2)}{W_c} \quad (\text{E.4})$$

式中：

E_t ——基层顶面当量回弹模量，MPa；

p ——轮胎压力，MPa；

D ——汽车的双轮胎轮迹当量圆直径，cm；

μ ——泊松比，可采用 0.3；

W_c ——基层顶面弯沉值，cm，可根据土基水文状况和路基材料所拟定的面层结构和厚度，按路基、路面材料的回弹模量（宜通过试验确定，受条件限制时可按表 E.2 和表 E.3 结合工程经验分析确定）以及汽车的双轮胎轮迹当量圆直径，查图 E.1 确定基层顶面弯沉系数值，再按该图中公式计算确定（当基层为多层结构时，可采用等效层法换算）。

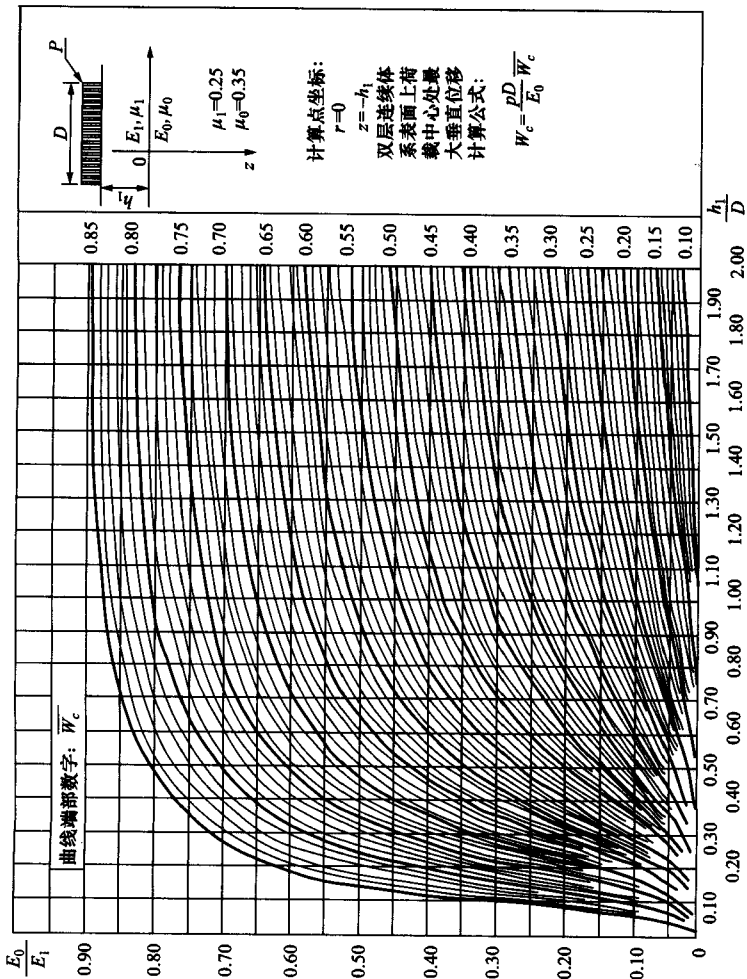


图 E.1 弹性层状体系精确解图解

表 E.2 中湿路基顶面回弹模量经验参考值

MPa

土组	自然区划				
	II	III	IV	V	VI
土质砂	26~42	40~50	39~50	35~60	50~60
黏质土	25~45	30~40	25~45	30~45	30~45
粉质土	22~46	32~54	30~50	27~43	30~45

表 E.3 路面材料回弹模量经验参考值

材料类型	回弹模量 MPa	材料类型	回弹模量 MPa
中、粗砂	80~100	石灰土	200~700
天然砂砾	150~200	石灰粉煤灰土	600~900
未筛分碎石	180~220	石灰粉煤灰稳定粒料	1300~1700
级配碎砾石（垫层）	200~250	水泥稳定粒料	1300~1700
级配碎砾石（基层）	250~350	多孔隙水泥碎石（水泥剂 量 9.5%~11%）	1300~1700

E.1.5 在基层建成后，如有条件宜实测其回弹弯沉值。在填石路基上铺筑水泥混凝土路面时，应在路基稳定密实后进行弯沉测定。

实测回弹弯沉值后，宜按式（E.5）（用解放 CA—10B 型汽车测定）或式（E.6）（用黄河 JN—150 型汽车测定）重新计算基层顶面当量回弹模量。当算得的基层顶面当量回弹模量小于 80MPa 时，宜在水泥混凝土面层下设置补强层。补强层厚度，可利用式（E.4）计算确定。

$$E_t = \frac{14.82}{l_0^{0.652}} \quad (\text{E.5})$$

$$E_t = \frac{10.42}{l_0^{1.04}} \quad (\text{E.6})$$

式中：

l_0 ——回弹弯沉计算值，cm。

E.1.6 基层顶面计算回弹模量,可按式(E.7)计算。

$$E_s = nE_t \quad (\text{E.7})$$

式中:

E_s ——基层顶面计算回弹模量, MPa;

n ——模量增长系数,可按式(E.8)计算。

$$n = 6.3 \frac{h}{E_t} + 0.44 \quad (\text{E.8})$$

式中:

h ——水泥混凝土路面板厚, cm;

E_t ——基层顶面当量回弹模量, MPa。

E.1.7 水泥混凝土路面板的厚度采用试算法。当计算荷载应力不超过抗折疲劳强度的±5%时,初估板厚可作为设计板厚。否则应调整板厚,并在调整基层顶面计算回弹模量后重新计算。

水泥混凝土路面的初估板厚参考值,可按表 E.4 所列数值范围采用。

表 E.4 初估板厚参考值

设计荷载 kN	100	190	250	360
初估板厚 cm	18~25	24~29	26~34	31~40

当设计荷载介于 190kN~360kN 之间时,设计荷载应力可根据初估板厚、抗折弹性模量与基层顶面计算回弹模量的比值(E_c/E_s)和设计荷载,查图 E.2 确定。当设计荷载小于 190kN 时,设计荷载应力可根据式(E.9)确定。

$$\sigma = 33.456 \times \left(\frac{E_c}{E_s} \right)^{0.20} \times h^{-1.4} \quad (\text{E.9})$$

式中:

σ ——设计荷载应力, MPa;

E_c ——面板混凝土抗折弹性模量, MPa。

计算荷载应力, 可按式 (E.10) 计算。

$$\sigma_p = k_d k_s \sigma \quad (\text{E.10})$$

式中:

σ_p ——计算荷载应力, MPa;

k_d ——动荷系数, 可采用 1.05~1.15。当路面平整度较高、车速较低、设计荷载较大时, 可采用下限; 反之, 可采用上限;

k_s ——超载系数, 可采用 1~1.1。当主要运输容重较小的产品时, 可采用下限; 反之, 可采用上限;

σ ——设计荷载应力, MPa。

E.2 岩石路基上水泥混凝土路面板厚度可按表 E.5 确定。

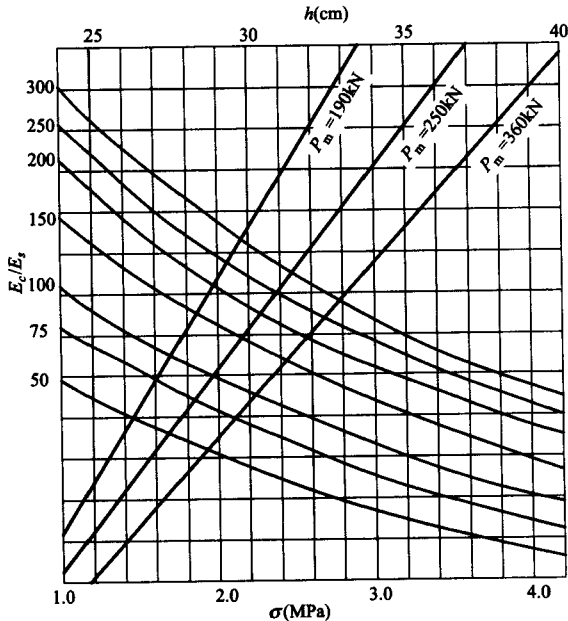


图 E.2 行驶重型自卸汽车的水泥混凝土路面设计荷载应力计算图

表 E.5 岩石路基上水泥混凝土路面板最小厚度

设计荷载 kN	100	190	250	300
最小板厚 cm	18	21	24	28
注：当采用的设计荷载值在表列各相邻两值之间时，可按内插法计算最小板厚。				

附录 F

(规范性附录)

泥结碎石路面、级配碎(砾)石路面底 基层和基层厚度的计算

F.1 各类汽车的平均日交通量辆数,可按式(F.1)换算为标准车的平均日交通量辆数。

$$n_1 = n_2 \times \eta c_1 c_2 \left(\frac{p_2 d_2^{1.4}}{p_1 d_1^{1.4}} \right)^{5.0} \quad (\text{F.1})$$

式中:

n_1 ——标准车的平均日交通量辆数;

n_2 ——被换算的非标准车的平均日交通量辆数;

η ——车道数系数,单车道时,可采用 1.25;双车道时,可采用 1;

c_1 ——后轴数系数,单后轴时,可采用 1;双后轴时,可采用 2;

c_2 ——轮组数系数,单轮组时,可采用 0.25;双轮组时,可采用 1;

p_1 ——标准车的轮胎压力, MPa;

p_2 ——被换算的非标准车的轮胎压力, MPa;

d_1 ——标准车的单轮胎轮迹当量圆直径, cm;

d_2 ——被换算的非标准车的单轮胎轮迹当量圆直径, cm。

F.2 各类汽车换算成标准车的平均日交通量,可按式(F.2)计算。

$$N_j = \sum n_i \quad (\text{F.2})$$

式中:

N_j ——各类汽车换算成标准车的平均日交通量辆数。

F.3 路面设计使用年限内，标准车的累计交通量，可按式（F.3）计算。

$$N = \sum_{j=1}^T N_j t \quad (\text{F.3})$$

式中：

N ——路面设计使用年限内，标准车的累计交通量辆数；

t ——全年工作日数；

T ——路面设计使用年限，泥结碎石路面和级配碎（砾）石路面可采用 5，当道路服务年限短于路面设计使用年限时，路面设计使用年限应与道路服务年限相同。

F.4 容许回弹弯沉值，可按式（F.4）计算。

$$l_R = \frac{A}{N^{0.2}} \times \left(\frac{d_1}{d_j} \right)^{0.46} \quad (\text{F.4})$$

式中：

l_R ——容许回弹弯沉值，cm；

A ——面层类型系数，泥结碎（砾）石、级配砾（碎）石可取 1.932；

d_j ——解放 CA-10B 型汽车的单轮胎轮迹当量圆直径，cm。

F.5 土基回弹模量 E_0 和路基材料回弹模量 E_1 ，宜通过试验确定，受条件限制时可按表 E.2 和表 E.3 结合工程经验分析确定。当路面为多层结构时，路基材料回弹模量，应采用泥结碎（砾）石回弹模量。

F.6 实际弯沉系数，可按式（F.5）计算。

$$a_s = \frac{1}{K_a} \times \frac{l_R E_0}{p_1 d_1} \quad (\text{F.5})$$

式中：

a_s ——实际弯沉系数；

E_0 ——土基回弹模量, MPa;

K_a ——轮迹间隙修正系数, 可根据 γ/δ 、 E_0/E_1 值, 查图 F.1 确定 (γ 为标准车的轮隙中心至单轮胎轮迹中心距离; δ 为标准车的单轮胎轮迹当量圆半径); 当 $\gamma/\delta > 1.5$ 时, 可采用 1。

F.7 综合修正系数, 可按式 (F.6) 计算。

$$F = a(a_s)^{0.38} \quad (\text{F.6})$$

式中:

F ——综合修正系数;

a ——车型系数。

车型系数, 可按式 (F.7) 计算。

$$a = 1.5 \left(\frac{d_l}{d_1} \right)^{0.32} \quad (\text{F.7})$$

F.8 理论弯沉系数, 可按式 (F.8) 计算。

$$a_L = \frac{a_s}{F} \quad (\text{F.8})$$

式中:

a_L ——理论弯沉系数。

F.9 路面厚度, 可按式 (F.9) 计算。

$$h = \left(\frac{h}{\delta} \right) \times \delta \quad (\text{F.9})$$

式中:

h ——路面厚度, cm;

$\frac{h}{\delta}$ ——路面厚度与标准车的单轮胎轮迹当量圆半径之比值,

可根据 a_L 、 E_0/E_1 值, 查现行的有关公路柔性路面的设计规范图 F.2 双层体系表面弯沉系数图 ($\gamma/\delta = 1.5$) 确定。

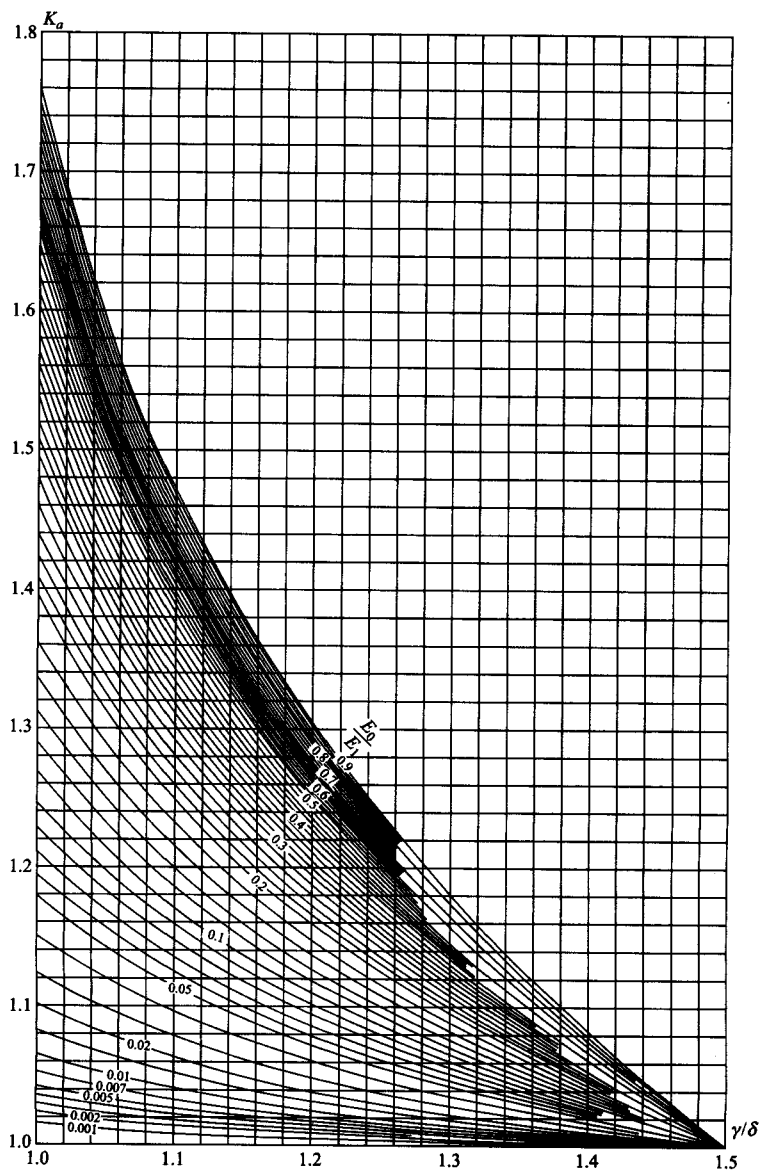


图 F.1 轮迹间隙修正系数图

F.10 当路面为多层结构时,路面各层厚度,可采用等效换算系数法,按式(F.10)计算。

$$h = k_1 h_1 + k_2 h_2 + \cdots + k_n h_n \quad (\text{F.10})$$

式中：

k_1 、 k_2 、 $\dots$ 、 k_n ——与路面各层相应的等效换算系数，可按表 F.1 所列数值范围采用；

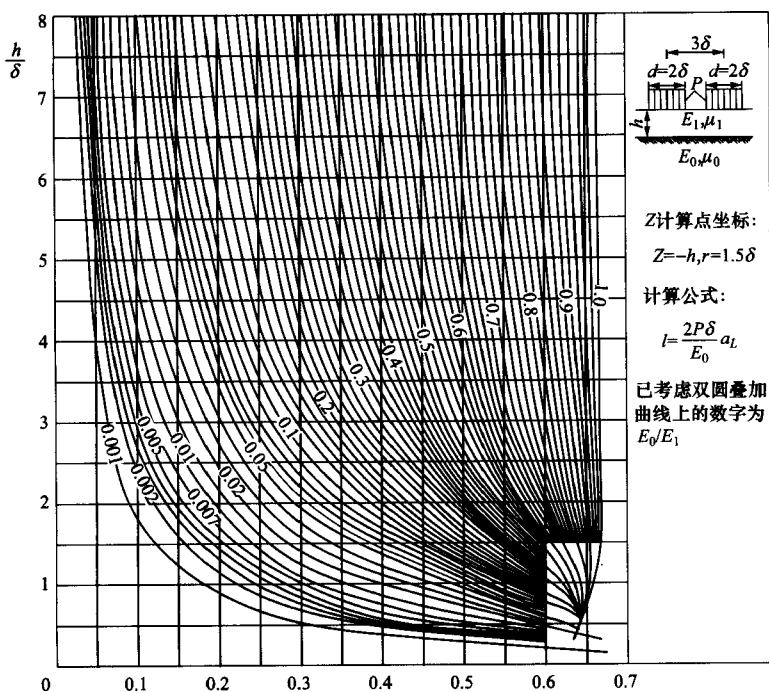
$$h_1, h_2, \dots, h_n$$
——路面各层厚度, cm。

图 F.2 双层体系表面弯沉系数图

表 F.1 等 效 换 算 系 数

路面材料类型	等效换算系数
水泥稳定砂砾	1.4~1.6
石灰土、泥灰结碎（砾）石、碎（砾）石灰土	1.2~1.5
炉渣灰土、二渣、三渣	1.1~1.5
泥结碎（砾）石、干压碎石、钢渣、矿渣	1.0
级配砾（碎）石	0.8~0.9
混铺块碎石	0.7~0.8
天然砂砾	0.6~0.7
注：当路面材料质量较好和施工技术水平较高时，可采用上限；反之，可采用下限。	

附录 G

(资料性附录)

国内部分已建或在建大型水电水利工程桥梁技术参数资料

表 G.1 国内部分已建或在建大型水电水利

工程桥梁技术参数资料

序号	工程项目及 桥梁名称	桥梁长度 m	桥面宽度 m	设计及验算 荷载标准	桥 型
1	三峡水利枢纽西陵长江大桥	1118.66	12.0+2×1.5	汽-36、挂-120	钢箱梁悬索桥
2	三峡水利枢纽覃家沱大桥	290	16.0+2×1.5	汽-135	三向预应力连续刚构桥
3	三峡水利枢纽永久船闸公路桥	136	16.0+2×1.5	汽-135	钢筋混凝土预应力简支 T 型梁
4	三峡水利枢纽右岸高家冲桥	30	11.0+2×0.5	汽-135	钢筋混凝土拱桥
5	溪洛渡水电站下游永久大桥	387.9	12.5	汽-60、80、挂-200、400	连续钢构和简支箱梁组合桥
6	溪洛渡水电站上游前期桥	265	4.5+0.75×2	汽-54、挂-100	单行索道桥
7	瀑布沟水电站大坝上游公路桥	190	8.5+0.75×2	汽-80、挂-200	钢加劲桁梁悬索桥
8	瀑布沟水电站大坝下游公路桥	160	8.5+0.75×2	汽-40、挂-200	拱桥
9	向家坝水电站金沙江大桥	454	15.0	汽-60 级、挂-650	混凝土拱桥
10	向家坝水电站前期临时过河桥	265	5.94	汽-40、挂车-100	索道桥
11	阿海水电站下游施工桥	170	10+1.5×2	汽-63、挂-120	混凝土拱桥
12	阿海水电站上游索道桥	160	4.5+2×0.75	汽-63、挂-120	索道桥
13	喜河电站索道桥	220	4.0+2×1.0	最大荷载 70t	索道桥

表 G.1 (续)

序号	工程项目及 桥梁名称	桥梁长度 m	桥面宽度 m	设计及验算 荷载标准	桥 型
14	白市水电站新建 白市大桥	260	8.0+2×1.5	汽-超 20、挂车 -200 人群荷载 3.5kN/m ²	T 型简支梁桥
15	景洪水电站跨江 白塔大桥	258.312	9+2×1.5	汽-62、挂-150	钢筋混凝土拱 桥
16	景洪水电站左岸 进厂公路桥	约 30	9+2×1.0	汽-62、挂-150	板式桥
17	澜沧江功果桥水 电站跨江大桥	主跨 160	9+2×1.0	汽-60、挂-300	混凝土箱型拱 桥
18	拉西瓦水电站黄 河大桥	244	11.0	汽-80、挂-300	钢管混凝土拱 桥
19	拉西瓦水电站伊 黑龙沟大桥	150	11.0	汽-80、挂-300	预应力混凝土 连续箱梁桥
20	小浪底水利枢纽 工程黄河公路大桥	500	14.0	汽-85、挂-120	预应力 T 型梁
21	公伯峡水电站坝 下跨黄河大桥	220	16.0	特载-80、挂-250	钢筋混凝土拱 桥
22	公伯峡水电站黄 泥沟大桥	65.0	12.0	汽-55、挂-250	钢筋混凝土箱 梁桥
23	蜀河水电站索道 桥	223.2	6.0	汽-60t (水泥罐车)	索道桥
24	官地水电站下游 永久桥	213	10.5	汽-60、挂-300	上承式箱型拱 桥
25	官地水电站上、 下游临时桥	200 (150)	4.5	汽-40	索道桥
26	官地水电站大桥 沟大桥	210	10.5	汽-40、挂-300	预应力连续箱 梁桥
27	湖北潘口水电站 工程潘口过河桥	63.5	9.0+2×1.0	汽-60、挂-200	装配式混凝土 预应力桥
28	湖南筱溪水电站 进场公路桥	约 30.0	7.0+2×1.5	汽车-20、挂-100	浆砌石拱桥
29	西藏鸭嘴河布西 水电站布西中桥	42.4	4.5+2×0.5	汽车-60、挂-120	现浇钢筋混凝土 T 型梁式桥

附 录 H

(规范性附录)

路堤、底基层和基层原材料的试验项目

表 H.1 路堤、底基层和基层原材料的试验项目

材料名称	试验项目	目的	频度	仪器和试验方法
土、砂砾和石渣等集料	含水率	确定天然含水率	每天使用前测 1 次	烘干法、酒精燃烧法、含水率快速测定仪
土、混合土、砂砾和石渣等集料	颗粒分析	确定材料级配状况, 确定材料掺配比例	每种土使用前检测 1 次, 使用过程中每 2000m ³ 测 1 次	沉淀法和筛分法
土或混合土中 0.5mm 以下的细粒土	液限、塑限	确定黏性土中的塑性指数, 审查是否符合要求	每种土使用前测 1 次, 使用过程中每 2000m ³ 测 1 次	液限塑限联合测定法测液限、滚搓法塑限试验测塑限
砂砾石渣等	表观密度、吸水率	评定原材料质量, 计算填筑材料的孔隙率	使用前测 1 次, 砂砾使用过程中每 2000m ³ 测 1 次, 碎石种类变化重做 1 次	静水力学天平法或容积 1000mL 以上的容量瓶法
砂砾石渣等	压碎值	评定石料的抗压碎能力是否符合要求	同上	集料压碎值试验
土	有机质和硫酸盐含量	确定土是否适宜于用石灰或水泥稳定	对土有怀疑时做此试验	有机质含量试验, 易溶盐试验
石灰	有效钙、氧化镁	确定石灰质量	做材料组成设计和生产使用时分别测 1 次, 以后每月测 2 次	石灰的化学分析
水泥	水泥强度等级和凝结时间	确定水泥的质量是否适宜应用	做材料组成设计时测 1 次, 料源或标号变化时重测	水泥胶砂强度检验方法, 水泥凝结时间检验方法

附 录 I
(规范性附录)

路堤、底基层和基层混合料的试验项目

表 I.1 路堤、底基层和基层混合料的试验项目

试验项目	目 的
重型击实试验	确定最佳含水率和最大干密度，以规定现场碾压时的合适含水率和应该达到的最小干密度，确定制备强度试验和耐久性试验的试件所应该用的含水率和干密度确定制备承载比试件的材料含水率
承载比	求现场预期干密度下的承载比，确定材料是否适宜做路基或基层
抗压强度	进行材料组成配合比设计，选定最适宜于用水泥或石灰稳定的土(包括粒料)；规定施工中所用的结合料剂量；为现场提供评定质量的标准
延迟时间	对已定水泥剂量的混合料，确定延迟时间对混合料密度和抗压强度的影响，并据此确定施工允许的延迟时间（作为规范性附录表）

附 录 J
(规范性附录)

场内交通道路工程验收标准

表 J.1 场内交通道路工程验收标准

项目类别	项 目	检测指标	验收质量标准	
			一级场内道路	二、三级场内道路
路堤、路基	填筑材料	颗粒级配	满足级配良好的要求	满足级配良好的要求
	压实质量	压实度	满足设计要求的点 $\geq 85\%$ 最低值不低于设计值的 85%	满足设计要求的点 $\geq 75\%$ 最低值不低于设计值的 75%
	基础承载	承载力		
	宽度	宽度		
	厚度	厚度		
	横坡度	横坡度		
	纵断高程	纵断高程		
	平整度	平整度		
	稳定土强度	无侧限抗压强度、抗压强度		
	集料强度	集料压碎值		
路面	强度	抗弯强度、抗压强度	满足设计要求的点 $\geq 85\%$ 最低值不低于设计值的 85%	满足设计要求的点 $\geq 75\%$ 最低值不低于设计值的 75%
	板厚度	厚度		
	平整度	平整度		
	抗滑构造深度	抗滑构造深度		
	相邻板高差	相邻板高差		
	纵、横缝顺直度	纵、横缝顺直度		
	中线平面偏位	中线平面偏位		
	路面宽度	路面宽度		
	纵断高程	纵断高程		
	横坡	横坡		

水电水利工程场内施工道路 技 术 规 范

条 文 说 明

目 录

5 场内施工道路规划	57
6 场内施工道路设计	59
7 场内施工道路施工	68

5 场内施工道路规划

5.1 一般规定

5.1.2 运输量的测算与工程高峰期年计划工作量、行车密度、行车速度、车道数等有关。施工高峰期小时运输强度往往是控制道路的关键指标，合理安排生产计划、均衡生产是降低成本，节省费用的主要措施。

5.1.3 场内施工道路是根据水电工程建设需要而设置的临时道路，主要用于主体工程建设期。应根据施工总布置、施工总进度计划，按照经济合理的原则进行规划。

5.1.4 道路的布置和道路等级的确定，要满足施工布置和工程运输的需要，同时还要考虑条件许可程度。

5.2 主要工程项目对道路规划的要求

5.2.1 导截流工程施工期很短，在满足导截流施工的情况下，还要考虑后续施工项目。

5.2.2 土石方开挖工程应结合河床、基坑、边坡、坝肩等实际情况规划施工道路，车辆的爬坡能力和道路安全是规划道路的重要因素。

5.2.3 料场环境条件和开采方式是道路规划的依据，宜利用已有道路。

5.2.4 本条提出根据土石坝施工组织要求和筑坝运输强度要求，规划布置筑坝道路和选用道路型式。

5.2.5 混凝土的运输是混凝土施工的一个重要环节。道路规划应尽量缩短运输时间，避免或减少干扰，满足混凝土施工的要求。

5.2.6 布置适当的施工支洞是加快地下工程施工进度的有效方

法，隧道不仅有通道作用，还有通风、排水功能。

5.2.7 机电设备和金属结构设备，包括部分特殊超重、超大件，满足其通行条件是控制道路标准的重要条件。

6 场内施工道路设计

6.1 一般规定

6.1.1 重大件运输是水电工程施工运输的一大特点和难点，往往是一次性通过后就不再发生，因此道路设计指标不宜过高，只要能保证安全通过即可。桥涵、隧道可以根据具体情况，在对减速、重大件运输时限制其他车辆通行、绕行、加固、新建等措施进行分析和对比后，再确定建筑限界和荷载的极限指标。

6.1.2 隧道、架空桥梁和栈道等方案，在地形陡峻、开挖工程量大的路段可以大量减小开挖量，在稳定问题突出时也可以减小对边坡的扰动；因此为节约投资、规避稳定问题带来的风险，这些路段宜考虑隧道、架空桥梁和栈道等方案。

6.2 路 线

6.2.1 本条将水电工程场内施工道路按其功能、承担的任务和使用时间等进行了分类，便于针对特征确定其技术等级。

6.2.2 水电工程场内主要施工道路在主体工程各个时段所承担的任务、交通量、主导车型等方面相差悬殊，因此在条文中规定，按年运量结合单向小时行车密度指标进行分级。

道路等级的采用，要有一定的灵活性。应根据枢纽工程等级、道路性质、使用功能、道路服务年限、年运量、车型、行车密度、地形条件、行车安全、环保要求、经济合理等因素，综合考虑是否适当提高和降低道路等级。

6.2.3 本条根据水电水利工程施工特点，主要从减少工程量、节约投资的角度考虑，允许场内施工道路分路段采用不同的车道数和道路等级。

6.2.4 主要技术指标。

1 水电水利工程场内施工道路在布置上受地形、地质等条件限制,具有使用时间短、运输车辆吨位大、物流方向明显、道路宽度受运输车辆宽度及超大件限制等突出特点。通过对大量已建和在建工程场内施工道路使用情况的调查,在保证安全的前提下,为适应水电工程的施工、节约投资,对国家及交通部的有关公路技术标准作了适当的降低,同时在标准的采用上也给予了一定的灵活性。

3 当超高横坡值大于路拱坡度时,外侧车行道应先绕路中线旋转至与内侧车行道构成单向横坡,再绕路面加宽前的内边缘或仍绕路中线旋转,直至设计采用的超高横坡值。当超高横坡值小于或等于路拱坡度时,外侧车行道绕路中线旋转至等于路拱坡度,与内侧车行道构成单向横坡。

6.2.5 为了保障平曲线处和交叉口的视距,横净距内除了对视线影响不大的稀疏树木、电杆等可保留外,其他所有障碍物均应予清除。

6.2.6 为保证汽车在小半径平曲线上行驶的稳定和安全,应在这类平曲线路段上设置超高和加宽。当汽车速度限制在 15km 以内时,可不设置超高。

超高、加宽缓和段一般应设在紧接平曲线起、终点的直线上,以保证平曲线从起、终点开始就达到需要的超高和加宽值。既设超高又设加宽时,为简化设计可将两者合并。

在受地形条件或其他特殊情况限制时,可将超高、加宽缓和段长度的一部分插入曲线,但插入曲线内的长度不得超过超高、加宽缓和段长度的一半,且插入曲线后所剩余的长度不得小于 10m。

6.2.7 合并两个平曲线的目的是为了线形发生突变,尽量使汽车以匀速通过该路段。

6.2.8 为保证汽车行车安全,规定相邻两个反向平曲线间的直线

段应有一定的长度，且只有在相邻两个反向平曲线均不设超高，加宽时，才可直接连接。

6.2.9 车流方向是设计交叉角应注意的主要问题之一。对于主导车流，以使其能直线通过交叉口为好；如需转向运行，则以交叉角较大或正交为好。当受地形等条件限制只能采用较小交叉角的，设计中应予以精心处理。

从同一分岔点分出的岔线条数增多，会使车流和人流交汇点增加，使行车和行人交通复杂化，不利于安全；因此本条对同一分岔点分出的岔线条数作了规定。

6.3 路 基 工 程

6.3.1 本条按土质路基和岩质路基分别给出了路堑边坡的坡度参考值。

岩体基本质量由岩石坚硬程度和岩体完整程度两个因素确定。

岩石坚硬程度和岩体完整程度，采用定性划分和定量指标两种方法确定。

6.3.2 本条给出了路堤边坡坡度参考值。

6.3.3 路基压实的目的，主要是为了提高路基的强度和稳定性，并为减薄路面和及早铺筑路面创造条件。路基压实要求与路面等级、地区气候、土基深度以及车轮荷载等因素有关。

由于填土、路面自重的静载和行车的活载作用，在路基内部所引起的应力分布，是随着路基的不同深度而变化的。所以，路基的压实程度也应随着填土深度的变化而不同。

水电工程场内施工车辆一般为重型车辆，对于路基压实度的要求也随之提高，一般采用重型击实试验法。根据有关资料，填筑料接近最佳含水量时，用 15t 三轮压路机碾压路基，在含水量合适、施工中认真操作的情况下，压实度可达到 95%~100%，平均为 98%。

6.3.4 为了增加路基边坡的稳定性,防止边坡的风化剥蚀、冲刷和坍塌,应对路基边坡进行防护与加固。防护工程的基础底面应置于冲刷线以下。

对于适合植物生长,易受自然作用破坏的路基边坡,宜采用植物防护。对于软质岩石路堑边坡,可以采用混合材料抹面或喷混凝土防护,对于坡度较缓、节理裂隙不发育的坚硬岩石路堑边坡也可不进行防护。

边坡较陡、易受风化作用而破坏、节理发育和不宜设缓坡的软质岩石路堑边坡,可采用护墙加固。

为支挡路基填土或山坡土体及作为减少路基占地措施的构造物,可采用挡土墙。挡土墙形式应根据现场技术条件,结合经济比较合理选择。

水电站建设过程中一般石料较多,挡土墙的形式宜选择石砌重力式或衡重式两种,其中衡重式挡土墙适用于地基承载力较高、地面横坡陡峻的路段。

6.3.5 路基排水的好坏,对道路的使用质量、路面强度和稳定性关系很大。

路基排水一般采用边沟和截水沟的形式,沟底的最小纵坡宜为 0.2%。边沟、截水沟的出水口间距与雨量及地形条件有关,一般雨量稀少地区和靠近山脊的道路,出水口可以少设;多雨地区道路,出水口可以多设。

为了兼顾排出地面水和浅层地下水,可在滑动土体地表裂隙范围以外较平缓地带代替边沟设置明沟。明沟沟深一般不宜超过 1.2m,沟底宜设在不透水底层内,沟壁上最下一排渗水孔的底部宜高出沟底不小于 0.2m 的距离。

渗沟类型及其布置要结合地下含水层的流向、流量、地质情况及其目的等来确定。除路基边沟下(或边沟旁)的渗沟应按路线方向布置外,截断地下水的渗沟的轴线宜布置成与渗流方向垂直,以发挥其最大效果。出露于路堑边坡的上层滞水,可用边坡

渗沟引排或疏干，并宜布置成垂直方向嵌入边坡；截水渗沟一般设置在滑坡体或路基范围上方，截断地下渗流和流向边坡的地面水。为了使渗沟不致淤塞，最好采用底部有渗水孔的管式或洞式渗沟。

6.3.6 本条给出了水电工程常见的特殊条件下的路基。

对这些常见的特殊条件下的路基通常采取的处治措施如下：

1 对于滑坡、崩塌的防治一般采用以预防为主、防治结合的方式，做到早防、根治。防治措施主要包括：① 截、排、引地表水和地下水；② 修建支挡构造物；③ 锚固支护；④ 减重反压，改善滑坡土的物理力学性质；⑤ 防止冲刷，植树造林；⑥ 改线绕避。在处治时，应根据具体情况单独使用或综合使用以上防治措施。

2 对待泥石流要综合整治，一方面要治山治水，减轻泥石流的危害程度；另一方面要采取工程措施控制泥石流。

3 在软土或泥沼地区修筑路堤，路堤高度和宽度要考虑预留一定的沉降量。当路堤超过或接近天然软土地基所能承受的极限高度时，应采取换土、抛石挤淤、砂垫层、反压护道、砂井、石灰桩和砂石桩、动力固结和深层搅拌等措施稳定基底。

4 膨胀土地区的路基，宜采用低填路堤或浅挖路堑，并结合实践经验确定边坡坡度。

5 多年冻土地区的路基，除石质路段外，宜采用路堤，避免采用路堑和低填路堤。

6.4 路面工程

6.4.1 本条列出了水电工程几种常用的路面面层类型。

路面设计，包括路面结构设计、路面厚度计算和路面材料设计。

路面结构设计，应根据场内道路的分类和等级、使用要求、交通量及其组成、自然条件、当地材料、施工能力、养护条件、

使用时间等，并参考类似道路的使用经验和当地经验，拟定几种与之相适应的结构组合进行综合比较，选择技术先进、经济合理的路面结构方案。路面厚度计算，是根据路面结构设计所拟定的路面结构进行计算，并根据计算结果对结构层厚度进行调整。路面材料设计，应对材料的规格、质量和用量等提出要求。

6.4.2 因路面承载车辆荷重，且直接暴露在外界，受大气温度、土基湿度等影响极大，故路面应具有足够的强度、良好的稳定性和耐久性。路面表面的“平整”，主要是为了提高车速、减少机件磨损和行车舒适；“密实”是为了阻止或减少雨水渗透，保障路基、路面的强度和稳定性；“粗糙度”是为了防止汽车打滑，以利行车安全。

6.4.3 本条根据不同路面面层类型，对路面的路拱坡度作了规定。

路肩横向坡度，当路面采用直线型路拱时，宜比路拱坡度大1%~2%（在少雨地区，宜比路拱坡度大0.5%或与路拱坡度相同）；当路面采用一次半抛物线型路拱时，宜采用路拱坡度的1.5倍。

6.4.4 本条给出了水泥混凝土路面的设计方法。

6.4.5 本条给出了泥结碎石路面、级配碎（砾）石路面的设计方法。

6.5 桥梁及涵洞

6.5.1 桥涵布置

1 本款规定了桥涵布置应遵循的原则。

2 不通航河流的桥下净空，应根据设计洪水位、壅水高、浪高或最高流冰水位，并考虑一定的安全高度来确定。对于有淤积的河床，桥下净空应适当加高。由于枢纽水工泄水建筑物各种不同组合方式的洪水泄放，导致过桥水流条件比较复杂，因此对受泄流影响的桥梁应进行水力学计算，必要时应进行水工模型试验。

6.5.2 桥型选择

1 钢桁架组合桥和索桥具有施工速度快、造价经济、利于环保和泄洪的优点，目前在我国的水电工程施工中大量使用。

2 根据山区河流的水文特性，选择宽而浅的漫水桥是一种经济的选择。漫水桥应尽量减小桥面和桥墩的阻水面积，其上部构造与墩台的连接必须可靠，并应采取必要的措施防止基础不被冲毁。

3 对钢筋混凝土桥梁，梁板式上部结构便于工厂化生产，利于控制质量，施工速度快，因此建议优先采用。大跨度桥梁上部结构宜采用桁架或拱型结构，墩台宜采用排架结构，是为了满足泄洪要求和减小结构工程量。

4 半压力式或压力式涵洞附近路基设计标高相对比无压力式涵洞要高，涵前壅水也高，修建这类涵洞要求有合适的地形和质量较高的路堤，否则容易发生水毁。

6.5.3 桥涵基础

1 桥涵地基的承载力是桥涵基础设计的重要数据。设计桥涵基础时应具有可靠的地质资料（包括桥址处地质构造、地基土的物理力学性质、地下水的状态以及影响桥基稳定和施工中可能发生的地质不良现象等）供设计人员参考及使用。

2 桥涵墩台基底埋置深度，按水流冲刷深度和地基土的承载力确定。在冻胀地区，基底埋置深度，还应考虑基础受侧向压力的影响。

6.5.4 荷载标准

1 由于场内施工道路上行驶的车辆种类多，有的道路行驶一般载重、自卸汽车，有的道路行驶重型载重、自卸汽车，还有混合行驶各类汽车的情况，同时又有重型和超重型机电设备运输进场问题。因此，各种桥涵的荷载标准不但要满足一般情况下的荷载组合要求，还应满足重大件及施工机械设备的运输要求。

6.6 隧 道

6.6.1 地质条件对隧道位置的选择往往起到决定性的作用。隧道位置应选择在岩性较好、较稳定的地层中，尽量避免穿越岩性不好的岩层、断层破碎带、含水层等工程地质、水文地质较为复杂的地段。若不可避免需要通过时，应尽量缩短其穿越的长度，并采取可靠的工程处理措施。

在通常的情况下，希望将隧道平面线形设计成直线。这主要是基于两点理由，其一，取直线有利于通风，如果隧道线形为曲线尤其是小半径曲线，通风的阻力就会相对较大，不利于自然通风，从而增加机械通风量；其二，如果隧道取较小半径曲线，通常需设置超高和加宽，由于断面不统一以及断面之间相互过渡，将给施工增加难度。所以，在条件允许的前提下，隧道设计中尽量在洞身不设置曲线。但如果隧道洞口正对东西方向时，为避免阳光直射，通常将洞口段设计成曲线或者在洞口设置遮阳篷。

6.6.2 隧道横断面的设计，应充分研究车道与道路设施（包括路面、排水、检修道等）、道路附属设施（包括通风、照明、安全、监控等）之间的空间关系，不仅要提供汽车行驶的空间，还要考虑到其行车安全、快捷、舒适和防灾等要求。

6.6.3 本条列出了目前我国水电水利工程施工道路中隧道常见的洞门型式。洞门型式的选择，应根据洞口的地形地质条件、建筑材料及相对位置等确定。

6.6.4 隧道内渗漏水的长期作用，可能造成隧道的侵蚀和破坏，危害其结构的安全；寒冷地区，尤其是在严寒地区，渗漏水将使路面结冰，恶化隧道的运行条件，危及行车安全；渗漏水还将极大地降低隧道内各种设施的使用寿命和功能。因此，隧道应采取可靠的防、排水措施，满足使用期内结构、设备的正常使用和行车安全。

地表水与地下水经常存在联系。为了减少或防止地表水下渗，

对洞顶存在的积水洼地，宜设排水沟疏导引流，洼地应填平；对经过洞顶的天然沟槽等，凡对隧道有影响的，宜将沟床铺砌，防止水流下渗。

7 场内施工道路施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工前宜对施工范围内的地质、水文、障碍物、文物古迹及各种管线等情况进行详细调查；为了更好地领会设计意图，设计单位应进行设计交底。

7.1.3 现场交接测量网点是设计与施工衔接的一个重要环节，一般要有交接网点记录，并经签字认可。从设计勘测到开始施工及施工期间，某些控制桩点有可能偏位、移位或者丢失，应对交接网点成果进行实地查找、确认、复测、补充，以利施工。为保证控制网点的精度要求，在测量中应按照 DL/T 5173 的规定进行。

7.2 路基施工

7.2.2 路堤施工及质量控制

1 特殊路堤指采用新技术、新工艺、新材料、新设备的路堤。

7.2.3 半挖半填路基施工

1 一般应从填方坡脚起向上设置向内侧倾斜坡度大于 4%~6%、宽度大于 2m 的台阶。由于水电水利工程道路常处于坡陡、狭窄地段，路基施工的填挖结合部挖台阶施工实施困难甚至无法进行，若不作特殊处理，路基填筑成型后容易造成路基整体失稳。为了保证路基的整体稳定，一般采取砂浆锚杆与土工格栅相结合的措施在工程经常应用；也可采用小型机具和其功能匹配的填层厚度进行碾压或夯实，高处卸料应采取防止分离的措施。

7.2.5 特殊路基施工

在水电水利工程常见特殊条件下的路基施工中，挑选了几种典型常用的施工方法，其余特殊路基施工可以按照相关国家行业

标准执行。

7.3 路面基层施工

7.3.1 贫混凝土基层施工碾压的关键是碾压设备配置合理，初碾、复压、终压作业应环环紧扣，紧密衔接，使碾压设备具备连续流水作业条件，不仅可减少作业面掉头和程序间相互干扰，而且能加快施工进度，保证施工质量。

7.3.2 在施工中常发生薄层贴补现象，形成基层损坏的根源，故在该条中作出规定。

7.4 路面面层施工

7.4.3 泥（灰）结碎（砾）石面层施工

1 实际施工中，随着拌和工艺改进，拌和法能够达到很好的效果；而灌浆法配浆、运浆、现场施工相对拌和法均较繁杂和难控制，因此较少采用灌浆法。

混合料组成及生产性试验：

- 1) 按不同石灰和土的掺量配置不同配合比的混合料。
- 2) 确定混合料的最优含水量和最大干密度。
- 3) 根据最大干密度和压实度要求，计算出现场控制的干密度指标，进行生产性试验，通过试验确定各项施工参数。

根据相关技术要求和实施经验，在潮湿路段或地下水丰富路段，泥结碎（砾）石面（基）层水稳性不好，容易受损破坏，宜进行必要的改善，如果掺加石灰，石灰的质量应不低于Ⅱ级（活性氧化物含量不低于60%）。

4 泥结石路面主要是依靠碎（砾）石之间的作用与泥浆的黏结作用形成坚实的面层。每次碾压后，如表面仍有未填满的孔隙，则应补撒填隙料，并用振动压路机继续碾压，直到全部孔隙被填满为止。潮湿的填隙料实际上不可能靠振动压路机将孔隙填满，应控制碾压遍数。如企图用过多遍数的振动碾压使潮湿填隙料下

移，往往可能使主骨料浮到填料层上并严重丧失稳定性。

7.5 桥 涵 施 工

7.5.2 钢架桥施工

3 悬臂推出法因架设迅速，安全可靠，不需要大型起重设备，施工工艺简单容易掌握，是钢桁架组合桥常用的安装方法。尾架推出法适应跨径不大的单层钢桁架组合桥；浮运架设法适用于河水较深、水流较缓且有足够吨位的船只的情况；整孔吊装法适用于桥头有适宜场地和现成大型吊装设备条件；利用老桥架设或利用原有桥址的人行桥架桥时采用就地拼装法可以减少投入、加快进度。

7.5.3 钢筋混凝土桥梁施工

3 吊车吊装应根据吊装构件的质量和几何尺寸，合理选用吊装设备。当采用两台吊车联合作业时，应符合相关安全规定。在水深不超过 5m、水流平缓、不通航的中小河流上，也可以搭设便桥辅助进行预制梁架设。在深水大河上修建桥梁时，可采用回转的伸臂式浮吊架设法。在受水深和墩高的影响不便施工，或在作业过程中不能阻塞通航，或桥孔数多、桥较长、梁较长的情况下，宜采用架桥机架设法架梁。高空架梁法可采用自行式吊车进行桥上吊装。在峡谷地带有条件时，可采用缆索吊装法施工。

7.5.4 索桥施工

在水电水利工程中，索桥施工简便迅速，因此经常修建临时或永久性索桥连接两岸交通。索桥主索垂度宜选用 2%~3%，施工时先施工地锚，应根据桥面最大构件、两岸地锚施工、两岸交通条件等先架设施工缆机；地锚施工完后根据空索安装垂度架设主索；安装完桥面和平衡梁后检查主索垂度符合空桥垂度要求；最后作负荷试验检查主索垂度，并对地锚等其他结构进行检查。

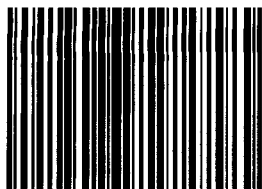
7.5.6 涵管施工

1 圆管管节规定在工厂预制是为了确保质量及批量生产，钢

钢筋混凝土圆管预制常有方法：震动制管器法、悬辊法、离心法或立式挤压法，各种施工方法可参考相关资料。在条件受限时也可以采用胶囊法进行现浇。

7.7 验 收

7.7.1 在验收中仅规定了场内施工道路质量检查与验收的内容，桥涵、隧道及附属设施由于已经有成熟技术标准，其验收参照相关规范执行。



155123.85

销售分类建议：规程规范/
水利水电工程/水利水电施工

中华人民共和国电力行业标准
水电水利工程场内施工道路
技 术 规 范
DL/T 5243 — 2010

*

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2010年9月第一版 2010年9月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 2.375印张 59千字
印数 0001—3000册

*

统一书号 155123·85

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究