



公路工程标准规范理解与应用丛书

JTG/T F20—2015

《公路路面基层施工技术细则》 实施手册

Application Handbook of Technical Guidelines for
Construction of Highway Roadbases

王旭东 张 蕾 曾 峰 肖 倩 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

公路工程标准规范理解与应用丛书

《公路路面基层施工技术细则》 实施手册

王旭东 张 蕾 曾 峰 肖 倩 编著

人民交通出版社股份有限公司

内 容 提 要

本书为《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20—2015)的配套图书,由细则的主要起草人编写,对细则条文的编写理由、背景资料、使用时应注意的事项等内容进行了详细介绍,以方便读者更好地学习、理解、应用细则。

本书可作为《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20—2015)的宣贯用书。

图书在版编目(CIP)数据

《公路路面基层施工技术细则》实施手册 / 王旭东
等编著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司,
2015.7

ISBN 978-7-114-12366-5

I. ①公… II. ①王… III. ①路面基层—道路工程—
工程施工—技术规范—技术手册 IV. ①U416.2-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 134428 号

公路工程标准规范理解与应用丛书

书 名:《公路路面基层施工技术细则》实施手册

著 作 者:王旭东 张 蕾 曾 峰 肖 倩

责任编辑:李 农

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:10.75

字 数:167 千

版 次:2015 年 7 月 第 1 版

印 次:2015 年 7 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12366-5

定 价:50.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

前言 QIANYAN

《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034—2000)自2000年颁布实施以来,时隔15年,新修订的《公路路面基层施工技术规范》(JTG/T F20—2015)问世。15年来,原规范对指导我国以高速公路为代表的公路网建设,提高路面的使用质量和耐久性起到了重要作用。

随着我国经济建设的发展,公路上交通荷载愈来愈繁重;同时,公路建设的可持续发展,提升路面结构的耐久性的需求也愈来愈迫切。在这种形势下,修订编写组在总结十余年来公路路面基层施工技术发展经验和相关科研成果的基础上,经分析论证和广泛征求国内专家意见,明确以提高基层施工质量均匀性为核心,以修建耐久性路面基层为目标的指导思想,吸收了近些年在基层生产实践中逐渐形成的、成熟的新技术、新材料和新工艺,完成了《公路路面基层施工技术规范》(JTG/T F20—2015)(简称“本细则”)的修订工作。

为帮助广大技术人员更好地掌握、理解和应用2015版细则,了解条文编制的背景,把握修订的主要内容,正确运用细则解决工程实际问题,细则编制组编写了本书。

本书编写体例与《公路路面基层施工技术规范》(JTG/T F20—2015)基本一致,手册中对细则中相关条款进行了详细的注释;同时,对当前一些困扰我国半刚性基层材料(主要是水泥稳定级配碎石)设计的内容进行了阐述,例如:7d无侧限抗压强度标准问题、级配设计问题、振动压实成型问题、养生问题等。此外,还将原规范中一些重要的条文说明内容予以保留。为便于区分,细则条文采用楷体,条文释义采用宋体。

本书内容如有与《公路路面基层施工技术细则》(JTJ/T F20—2015)不一致之处,以后者规定为准。

本书第一、二、三、五、六、七章及附录由王旭东编写,第四章由张蕾编写,第八章由曾峰编写,肖倩负责全书的文字校核。

作 者

2015 年 6 月

目 录 MULU

1	总则	1
2	术语	6
3	原材料要求	8
3.1	一般规定	8
3.2	水泥及添加剂	9
3.3	石灰	10
3.4	粉煤灰等工业废渣	11
3.5	水	12
3.6	粗集料	13
3.7	细集料	17
3.8	材料分档与掺配	21
4	混合料组成设计	24
4.1	一般规定	24
4.2	强度要求	31
4.3	强度试验及计算	40
4.4	无机结合料的计算和比例	45
4.5	混合料推荐级配及技术要求	47
4.6	无机结合料稳定材料目标配合比设计技术要求	61
4.7	无机结合料稳定材料生产配合比设计技术要求	68
4.8	级配碎石配合比设计技术要求	70
5	混合料生产、摊铺及碾压	78
5.1	一般规定	78
5.2	混合料集中厂拌与运输	84
5.3	混合料人工拌和	89
5.4	摊铺机摊铺与碾压	96
5.5	人工摊铺与碾压	102
6	养生、交通管制、层间处理及其他	106
6.1	一般规定	106

6.2	养生方式	108
6.3	交通管制	111
6.4	无机结合料稳定材料层之间的处理	112
6.5	无机结合料稳定材料基层与沥青面层之间的处理	113
6.6	基层收缩裂缝的处理	115
7	填隙碎石施工技术要求	116
7.1	一般规定	116
7.2	材料技术要求	117
7.3	施工工法	118
8	施工质量标准与控制	121
8.1	一般规定	121
8.2	材料检验	124
8.3	铺筑试验段	130
8.4	施工过程检测	134
8.5	质量检查	141
附录 A	无机结合料稳定材料级配设计	145
附录 B	水泥稳定级配碎石等质量控制关键环节	148
附录 C	回弹弯沉值的计算	155
附录 D	质量检验的统计分析计算	156

1 总则

1.0.1 为提高公路路面基层、底基层的施工技术水平,保证施工质量,制定本细则。

无论是沥青混凝土路面还是水泥混凝土路面,基层和底基层的施工质量对其使用耐久性的影响至关重要。从路面结构原理上讲,基层和底基层是路面结构的主要承重结构层,不论是刚性基层结构、半刚性基层结构还是柔性基层结构。因此,加强施工质量的控制与管理,提高基层和底基层的施工质量有利于提高路面整体结构使用性能的耐久性和延长使用寿命。

“强基、薄面、稳土基”是我国沥青路面的设计理念,半刚性基层结构是我国沥青路面的典型结构形式。当前我国以高速公路为代表的国道网公路出现了一些非正常的损伤(有的称之为“早期损坏”),由此有观点认为:半刚性基层结构不适用于我国公路建设。其实,并不是半刚性基层不适用,而是我们还没有找到修好半刚性基层结构的关键技术。从原材料角度看,以往过分强调就地取材,忽视了原材料的质量控制;材料设计中过度强调7d无侧限抗压强度指标,忽视了材料的级配设计和其他使用性能要求(如密实性、收缩特性、施工和易性等);施工过程中,生产工艺落后,混合料的均匀性差,缺少有效的后验性质量检评手段,施工质量近于失控。因此,此次施工细则修订针对这些问题对原规范进行了补充完善,其核心目的是加强施工过程中的质量控制,减少基层、底基层施工的变异性,提高施工质量、满足设计要求。

近些年来,我国不少省份修筑了长寿命沥青路面。在总结实践经验的基础上,本细则针对高速公路半刚性基层结构的长寿命路面施工也进行了尝试性的探索,并制定了相关规定。

与原规范相比,本细则的编写体例有了较大的变化,将原规范按照材料类型编写的体例,改为按照施工流程编写。分为原材料要求,混合料组成设计,混合料生

产、摊铺及碾压,养生,交通管制,层间处理及其他以及施工质量标准与控制等章节,保留了原规范中填隙碎石施工技术要求的内容;同时,编制了无机结合料稳定材料级配设计、水泥稳定级配碎石等质量控制关键环节、回弹弯沉值的计算和质量检验的统计分析计算4个附录。

1.0.2 本细则适用于各等级公路新建和改扩建工程的基层、底基层施工。

本细则适用于各等级公路新建和改扩建工程的基层、底基层施工;同时,考虑到垫层是路面结构设计中常用的一种功能层,在实际路面结构设计中常作为路面主体结构的附属部分,不可或缺,一般属于路基设计的一部分,但是路基设计中这部分内容比较弱,为此,本细则提出垫层的施工技术要求、方法和质量管理,应符合底基层同类材料的规定。

设置垫层的目的,一是作为路面结构中抗冻层设置,二是作为路面结构中的排水或隔水层设计。前者较多地应用于我国北方冰冻地区的路面结构中,后者常用于我国南方潮湿多雨地区的路面结构中。实际工程表明,垫层的设置对提高路面结构的稳定性和耐久性起到重要作用。根据工程情况,垫层一般选择级配碎石(砾石)或未筛分碎石(砾石)。有些地方采用石灰或水泥处理上路床,这也是垫层的一种形式。

1.0.3 应采用符合本细则的原材料、施工配合比、施工工艺和质量标准与控制规定。在满足实际工程技术要求的前提下,应优先选用技术可靠、经济合理的当地材料。

编制组希望广大的工程技术人员,认真领会本细则编写的技术核心,结合实际工程的具体情况,因地制宜、选择合理可靠的技术对策和工艺方案,建设质量优良的基层和底基层。

具体的技术要求将在后续章节中逐一介绍,在此对“就地取材”问题进行说明。与沥青面层材料相比,基层、底基层材料来源广泛,适宜于就地取材,且造价低,因此,“就地取材”在我国公路建设中得以广泛的应用。但也应认识到,就地取材并不是随意取材,为了满足路面结构使用性能的要求,原材料也应满足相应的技术要求,否则必须更换。特别是对于高速公路和一级公路的基层材料,不仅原材料

的品质要求明确,而且矿料级配的要求应更加严格。

1.0.4 质量保障体系应贯穿于施工全过程,明确全员质量责任,加强各工序质量控制与管理,保证工程质量。

1.0.5 应建立健全安全生产管理体系及应急预案,明确安全责任,严格执行安全操作规程,保障施工人员的职业健康和施工安全。

各级公路基层施工应依法建立健全安全生产管理体系,并应有安全施工应急预案,明确各工序的安全责任人,所有操作人员均应严格执行安全操作规程,坚决杜绝在拌和楼清理、运输卸料和摊铺过程中造成人员伤害事故。安全生产的另一方面是保障现场全体施工人员的职业卫生健康,防止工地群发传染病等。

1.0.6 应注重节约用地,降低能源和材料消耗,保护环境。

在施工过程中,应依法落实国家环境保护的相关法律法规,杜绝原材料和混凝土的随意抛撒浪费,节省原材料,保护土地资源。

1.0.7 应积极稳妥地采用技术可靠、经济合理的新技术、新材料、新设备和新工艺。

近些年,随着公路技术的发展,产生了一些新技术、新材料、新设备和新工艺,对提高基层和底基层的施工质量起到了积极作用。但是在应用这些新技术、新材料、新设备和新工艺的同时,应以路面结构整体的设计原理、技术可靠性为原则,以广泛的实践经验总结为基础,不能单纯认为凡是“新”的就是“好”的,就是可以应用的。因此,条文中提出“积极稳妥”地采用。

这里需要指出,化学固化剂在我国公路建设中试验性使用已有二十多年了,有些地方也被当作新材料使用,但是不同地区使用效果不尽相同,且经济成本比传统的无机结合料高许多,更主要的是固化剂品种繁多,每种固化剂都有不同的适用条件,我国在这方面还缺乏系统的研究和总结,因此本细则没有列入有关固化剂应用的技术内容。但并不是否定固化剂的应用。在具体工程中应根据实际情况,通过详尽的试验论证,选择适用的固化剂材料。这里的试验论证,不仅仅是7d无侧限抗压强度,还应进行抗压模量、弯拉模量、强度等设计指标评定以及环境耐久性

性能评价。

1.0.8 公路路面基层、底基层施工除应符合本细则的规定外,尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

当国家和行业现行有关规范标准由于发布时间不同而出现矛盾时,应以最新颁布标准规范为执行依据。

本细则规定的基层、底基层材料主要指无机结合料稳定材料和级配碎石、砾石等非整体性材料。随着公路技术的发展,特别是公路改、扩建工程,基层类型更加多样,如沥青混合料基层、刚性基层等。这些材料的应用技术要求应符合相关的《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)和《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30)的要求。

基层用沥青混合料是一个广义的概念,包括:密实型沥青混合料、半开级配和开级配的沥青碎石、沥青贯入式碎石等。这些材料的技术要求、施工方法和质量管理要求在《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中都有相关的规定,本细则不再重复。

常用的刚性基层材料包括水泥混凝土、贫混凝土以及配筋水泥混凝土等。这些材料大部分的技术要求、施工方法和质量管理要求在《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30)中都有相关的规定,本细则不再重复。

其中“贫混凝土”在实际中工程分为两类:一种是浇筑成型的贫混凝土,称之为浇筑式贫混凝土;另一种是碾压成型的,称之为碾压贫混凝土。这两种材料强度介于水泥混凝土和无机结合料稳定材料之间,因此统称为贫混凝土,但是两者的材料要求(如水灰比)、生产工艺和碾压工艺完全不同。鉴于两类贫混凝土的施工工艺不同,为便于施工和质量控制,当施工单位采用浇筑式的贫混凝土时,应符合《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30)的规定;当施工单位采用碾压贫混凝土时,应符合本细则的规定。

原规范的条文说明中介绍了国外贫混凝土相关的技术标准与分类,在此保留说明。1986年版的英国《公路工程技术规范》中将浇筑成型的贫混凝土称作湿贫混凝土,并分成四个等级,其相应的立方体试件(150mm×150mm×150mm)的7d龄期无侧限抗压强度见表1-1。

表 1-1 英国湿贫混凝土试件 7d 龄期无侧限抗压强度

强度等级	7d 抗压强度 (MPa)	水灰比
C7.5	4.5	0.6
C10	7.5	0.6
C15	12	0.6
C20	15	0.6

强度与上述湿贫混凝土相似的水泥稳定级配集料,有的国家称为干贫混凝土,在上述英国规范中称水泥结材料,其施工方法和质量管理与本细则相同。英国水泥结材料也分成四个等级,其相应的立方体试件(150mm×150mm×150mm)的 7d 龄期无侧限抗压强度见表 1-2。

表 1-2 英国水泥结材料试件 7d 龄期无侧限抗压强度

标 号	7d 抗压强度 (MPa)		拌 和 方 法
	平均值	单个值要求	
CBM1	4.5	>2.5	就地拌和或厂拌
CBM2	7	>4.5	就地拌和或厂拌
CBM3	10	>6.5	厂拌
CBM4	15	>10	厂拌

从这些强度看,CBM3 和 CBM4 的强度水平明显高于我国原规范水泥稳定碎石材料的强度,且低于水泥混凝土,因此可称为贫混凝土。

2 术语

2.0.1 基层 base

直接位于沥青路面面层下的主要承重层,或直接位于水泥混凝土面板下的结构层。

2.0.2 底基层 subbase

在沥青路面基层下铺筑的次要承重层或在水泥混凝土路面基层下铺筑的辅助层。

2.0.3 水泥稳定材料 cement stabilized material

以水泥为结合料,通过加水与被稳定材料共同拌和形成的混合料,包括水泥稳定级配碎石、水泥稳定级配砾石、水泥稳定石屑、水泥稳定土、水泥稳定砂等。

2.0.4 综合稳定材料 composite stabilized material

以两种或两种以上材料为结合料,通过加水与被稳定材料共同拌和形成的混合料,包括水泥石灰稳定材料、水泥粉煤灰稳定材料、石灰粉煤灰稳定材料等。

2.0.5 石灰稳定材料 lime stabilized material

以石灰为结合料,通过加水与被稳定材料共同拌和形成的混合料,包括石灰碎石土、石灰土等。

2.0.6 工业废渣稳定材料 industrial waste stabilized material

以石灰或水泥为结合料,以煤渣、钢渣、矿渣等工业废渣为主要被稳定材料,通过加水拌和形成的混合料。

2.0.7 级配碎石 graded crushed stone

各档粒径的碎石和石屑按一定比例混合,级配满足一定要求且塑性指数和承

载比均符合规定要求的混合料。

2.0.8 级配砾石 graded gravel

各档粒径的砾石和砂按一定比例混合,级配满足一定要求且塑性指数和承载比均符合规定要求的混合料。

2.0.9 未筛分碎石 crushed stone

粒径大小不一的碎石仅用一个与规定最大工程粒径相符的筛筛去超尺寸颗粒后得到的碎石混合料。

2.0.10 松铺系数 coefficient of loose paving material

材料的松铺厚度与达到规定压实度的压实厚度之比。

2.0.11 容许延迟时间 permitted delay time

在满足强度标准的前提下,水泥稳定材料拌和后至碾压成型之前所容许的最大时间间隔。

2.0.12 碾压遍数 compaction time

压路机沿相同或相近轮迹往、返碾压各1次,称为碾压1遍,并以此方式计算碾压数量。

3 原材料要求

细则在总结近年来工程经验的基础上,对原材料要求进行了如下增补和扩充:

(1) 提高了基层用粗集料的压碎值技术要求,增加了软石含量、针片状颗粒含量、粉尘含量等指标;增加了细集料技术要求。

(2) 增加了高速公路和一级公路基层混合料生产时材料分档的数量要求和规格要求。

3.1 一般规定

3.1.1 在原材料试验评定中,应随机选取具有足够数量的样本进行材料试验。

为了保证原材料试验结果的可靠性,一定样本量的重复性试验是必要的,试验检测人员应严格按照相关的试验规程进行检测。当检测结果异常时,应适当增加样本量或重新进行试验。

3.1.2 再生材料可用于低于原路结构层位或原路等级的公路建设,其技术指标应满足本细则的相关要求。

各等级公路基层或底基层修建时,原则上鼓励再生材料的使用,这符合资源节约的政策。但是使用时应注意质量要求,不应为了再生而再生。一般来说,再生材料材料均匀性、力学性能等均不如新材料,根据国外应用经验和我国既有工程总结,本条款规定再生材料的适用条件是“低于原路结构层位或原路等级”,例如高速公路基层材料再生后可用于高速公路的底基层,或者一级及其以下公路的基层或底基层。同时,对于高速公路,建议采用厂拌再生,而不是现场再生。

3.1.3 工业废弃物作为筑路材料使用前应进行环境评价,并满足国家相关

规定。

工业废弃物在公路基层或底基层的应用符合国家资源利用、环境保护的政策,但具体到某一材料应用的可行性,应首先进行必要的环境评价与论证,确定符合国家相关规定,避免污染的二次传播。

3.2 水泥及添加剂

3.2.1 强度等级为 32.5 或 42.5,且满足本细则要求的普通硅酸盐水泥等均可使用。

用于水泥稳定材料的水泥类型比较广泛。除了已列入的水泥名称外,还可考虑复合水泥、粉煤灰水泥等。其总体原则是:只要通过室内外试验证明,满足路用性能要求的水泥均可使用。

首先推荐采用 32.5 级水泥,当 32.5 级水泥的确存在采购困难时,则也可采用 42.5 级水泥。

3.2.2 所用水泥初凝时间应大于 3h,终凝时间应大于 6h 且小于 10h。

工程中对水泥初凝时间的确定,一般以从混合料拌和到碾压成型所需的时间作为基础,增加 1~2h。同时,应考虑施工期间气温对初凝时间的影响,一般来说,气温越高,水泥的初凝时间越短。因此,为了保证工程质量,当气温较高、水泥初凝时间不足时,可掺加缓凝剂保证路面铺筑顺利进行。

3.2.3 在水泥稳定材料中掺加缓凝剂或早强剂时,应对混合料进行试验验证。缓凝剂和早强剂的技术要求应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30)的规定。

根据目前的工程经验,大多数情况下,采用水泥稳定材料时,不需要掺加缓凝剂或早强剂。但是,在一些特殊的施工情况下,如气候变化、工期要求等,需要在水泥稳定材料中掺加一定的外掺剂,此时可按《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30)的要求对外掺剂进行检验、选择。

同时,在掺加外掺剂时应注意拌和的均匀性,一方面需要专门的添加设备,另一方面有效控制拌和工艺。

3.3 石灰

3.3.1 石灰技术要求应符合表 3.3.1-1 和表 3.3.1-2 的规定。

表 3.3.1-1 生石灰技术要求

指 标	钙质生石灰			镁质生石灰			试验方法
	I	II	III	I	II	III	
有效氧化钙加氧化镁含量(%)	≥85	≥80	≥70	≥80	≥75	≥65	T 0813
未消化残渣含量(%)	≤7	≤11	≤17	≤10	≤14	≤20	T 0815
钙镁石灰的分类界限,氧化镁含量(%)	≤5			>5			T 0812

表 3.3.1-2 消石灰技术要求

指 标		钙质消石灰			镁质消石灰			试验方法
		I	II	III	I	II	III	
有效氧化钙加氧化镁含量(%)		≥65	≥60	≥55	≥60	≥55	≥50	T 0813
含水率(%)		≤4	≤4	≤4	≤4	≤4	≤4	T 0801
细度	0.60mm 方孔筛的筛余(%)	0	≤1	≤1	0	≤1	≤1	T 0814
	0.15mm 方孔筛的筛余(%)	≤13	≤20	—	≤13	≤20	—	T 0814
钙镁石灰的分类界限,氧化镁含量(%)		≤4			>4			T 0812

3.3.2 高速公路和一级公路用石灰应不低于Ⅱ级技术要求,二级公路用石灰应不低于Ⅲ级技术要求,二级以下公路宜不低于Ⅲ级技术要求。

3.3.3 高速公路和一级公路的基层,宜采用磨细消石灰。

3.3.4 二级以下公路使用等外石灰时,有效氧化钙含量应在 20% 以上,且混合料强度应满足要求。

当二级以下公路必须使用等外石灰石、贝壳石灰、珊瑚石灰、电石渣等时,其有效钙含量也应在 20% 以上,且使用前应进行混合料的试验验证,只有当混合料的