

T/ZJREA

浙江省可再生能源协会团体标准

T/ZJREA XXXX—XXXX

绿色公路建设与机电设施节能技术规程

Regulations of green highway construction and energy-saving technology of
electromechanical facilities

(征求意见稿)

2023 - XX - XX 发布

2023 - XX - XX 实施

浙江省可再生能源协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 绿色设计	2
6 绿色施工	12
7 绿色运营与养护	17
8 机电设施节能	19
附录 A（规范性） 可调光照明灯具技术要求	24
附录 B（规范性） 采暖空调系统室内计算温度及设计新风量	25
参考文献	27

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由余姚市舜通资产经营管理有限公司提出。

本文件由浙江省可再生能源协会归口。

本文件起草单位：余姚市舜通资产经营管理有限公司、德清县交通工程建设有限公司、嘉善隆正工程检测科技有限公司、江山经济开发区建设投资集团有限公司、温州市工大节能材料科技有限公司、宁波市政工程建设集团股份有限公司、宁波城想建设有限公司、手艺邦（杭州）信息科技有限公司、杭州公路工程监理咨询有限公司、龙游县通途交通建设工程有限公司、杭州绿城房地产管理集团有限公司、浙江浩天建设集团有限公司、杭州亲清检测技术有限公司、江山市春江交通工程建设有限公司、腾鑫建设集团有限公司、杭州易接建设有限公司、嘉兴市滨海工程建设有限公司、浙江省通信产业服务有限公司杭州市分公司、嘉兴市鹏飞交通工程检测有限公司、宁波市江北区市政工程有限公司、宁波交通工程咨询监理有限公司、浙江天港建设集团有限公司、浙江天诚工程咨询有限公司。

本文件主要起草人：劳亮亮、王伟钢、杨益伟、姜慧、李绍闹、项啸慧、余小飞、陈刚、赫松利、鲍洪永、姜晓、姚斌斌、张剑、任品章、王建、卓亮、汪征、陈修道、陈雪花、钟凯宏、袁真、陈维超、樊明彦、陆益清、倪耀峰。

绿色公路建设与机电设施节能技术规程

1 范围

本文件规定了绿色公路建设与机电设施节能的基本要求、绿色规划设计、绿色施工、绿色运营与养护、机电设施节能的相关内容。

本文件适用于新建、改扩建的二级及以上等级公路，其他等级公路可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 13259 高压钠灯
GB/T 18226 高速公路交通工程钢构件防腐技术条件
GB/T 24969 公路照明技术条件
GB 29142 单端荧光无极灯能效限定值及能效等级
GB 50118 民用建筑隔声设计规范
GB 50176 民用建筑热工设计规范
GB 50189 公共建筑节能设计标准
GB 50433 生产建设项目水土保持技术标准
GB 51018 水土保持工程设计规范
JTG B04 公路环境保护设计规范
JTG D30 公路路基设计规范
JT/T 646.3 公路声屏障 第3部分：声学设计方法
JTG D70/2 公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施
JTG/T 3832 公路工程预算定额
JTG/T 3833 公路工程机械台班费用定额
QB/T 2938 单端无极荧光灯

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绿色公路 green highway

在公路的全寿命周期内，以创新、协调、绿色、开放、共享为发展理念，最大限度地控制资源占用、降低能源消耗、减少污染排放、保护生态环境，注重建设品质提升与运行效率提高，为人们提供安全、舒适、便捷、美观的行车环境，与自然和谐共生的公路。

[来源：JT/T 1199.1-2018, 3.1, 有修改]

3.2

绿色设计 green design

将可持续发展理念融入到公路的规划设计阶段，开展全寿命周期技术经济论证及环境影响分析，在满足公路使用功能要求的基础上，充分考虑公路在施工建设、运营养护阶段可能对环境、资源造成的影响，采取科学、合理、灵活的设计措施，促进公路向更节能、更环保、更安全、更舒适的方向发展。

[来源：JT/T 1199.1-2018, 3.2]

3.3

绿色施工 green construction

在保证公路工程质量、安全等基本要求的前提下，通过新材料、新工艺、新技术、新设备的应用和管理创新，最大程度地保护生态环境、提高资源利用效率、降低能源消耗和减少污染物排放的施工活动。

[来源：JT/T 1199.1-2018, 3.3]

3.4

绿色运营与养护 green operation and maintenance

以全寿命周期的理念，运用科学运营管理手段和先进检测、维修技术，在保证公路运营安全、通行效率与养护质量的同时，显著降低资源占用、减少环境污染和资源消耗，实现公路长期高水平运营，同时向公众提供更安全、更舒适、更便捷、更美观通行环境的公路运营、养护、日常维修等活动。

[来源：JT/T 1199.1-2018, 3.4, 有修改]

3.5

环境敏感区 environmentally sensitive areas

需特殊保护地区、生态敏感与脆弱区和社会关注区等，包括国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区、基本农田、基本草原、自然公园(森林公园、地质公园)、重要湿地、天然林，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场，水土流失重点预防区和重点治理区、沙化土地封禁保护区等。

4 基本要求

4.1 应将绿色低碳理念贯穿于公路规划、设计、建设、运营、养护和管理全过程，降低全生命周期能耗和碳排放。

4.2 应坚持因地制宜，根据区域环境特征和工程特点合理布局，优化设计。

4.3 应尽可能保护自然生态环境，保持自然景观的完整性，避免大填大挖频繁对原始地貌的切割损害，降低对原始地形、地貌的自然性和稳定性的影响。

4.4 应统筹资源利用，提高资源和能源利用效率，减少资源占用和能源消耗。

4.5 宜根据所在地区的能源政策和资源条件，科学、充分地选用太阳能、风能、地热能等可再生能源。

4.6 应大力推动新材料、新设备、新工艺、新技术在公路建设及机电设施中的运用，引导公路绿色低碳发展。

4.7 应实施绿色施工，推广机械化、智能化、专业化施工，优先采用环保低碳设备、工艺及技术。

5 绿色设计

5.1 总体要求

5.1.1 绿色设计应遵循现行有效的公路设计规范等相关技术要求，通过包括但不限于优化选线设计指标、集约节约利用资源、提升工业化建造水平、统筹全寿命周期成本、加强 BIM 和创新技术应用以及交通旅游融合，提升绿色设计水平。

5.1.2 优化选线设计指标，应符合但不限于以下要求：

- a) 统筹集约利用通道资源，鼓励新建公路与铁路、高速公路与普通公路共用走廊带；改扩建公路要充分发挥原通道资源作用，安全利用原有设施；
- b) 合理确定公路等级，结合公路沿线区域经济发展水平、生态环境保护要求以及周围路网衔接情况确定公路等级。路线应避免穿越城镇并与城市发展规划相协调，尽量减少拆迁和新征土地；
- c) 做好路堤与桥梁、路堑与隧道方案比选，避免高填深挖。优先采用低路堤、浅路堑或者高架桥方案，合理控制路基填挖，减少占地宽度；
- d) 在现有公路设计技术标准、规范的基础上，确保安全与功能的同时，合理选用标准，灵活运用技术指标，维护公路与沿线自然、人文环境的协调；
- e) 科学论证比选走廊带和主要控制点，尽可能避让国家公园、自然保护区、森林公园、风景名胜区、饮用水水源地、泉域重点保护区等环境敏感区。因工程条件和自然因素限制，确需穿越以上区域的，应当充分进行多方案比选论证；

- f) 灵活选用设计线形,按照不同地区的地形地貌和环境特征,在满足设计规范的基础上尽可能遵循地势要求,维持线形走廊带原貌。
- 5.1.3 集约节约利用资源,应符合但不限于以下要求:
- 区域资源统筹,统筹区域内交通与城市、工业、农业等各类资源配置,实现区域资源集约节约。因地制宜采用低路堤和浅路堑方案,保护土地资源。统筹布设公路施工期临时工程,做到充分利用,减少重复建设,临时工程设置尽量与永久占地结合,节约土地资源;
 - 因地制宜采用低路堤、浅路堑或者高架桥方案,减少占地。合理选用互通式和匝道线形,紧凑布设互通式立交。利用互通式立交内土地和加减速车道统筹设置服务区或停车区。科学选线,避让基本农田,禁止耕地超占,减少土地分割。积极推进取土、弃渣与改地、造地、复垦综合措施,高效利用沿线土地;
 - 统筹全线土石方调配,有效利用挖方及隧道弃渣,横纵断面均衡设计,尽可能做到填挖平衡;
 - 提高路面材料综合利用率,对旧路沥青路面再生、水泥路面碎石再利用;
 - 矿产资源保护,在路线选线阶段,根据地勘报告中矿产资源分布情况,合理选择路线,避免路线压覆矿产资源。
- 5.1.4 提升工业化建造水平,公路结构物宜采用标准化设计,提高后期养护的便利性;构配件宜实行工厂化集中生产,节约建设材料,降低工程造价;宜推广装配化施工工艺,加快建设速度,提高建造效率;在公路建设中引入信息化管理体系,实现动态科学化管理。
- 5.1.5 推广模块标准化设计,提高养护便利性,降低公路全寿命周期成本。公路工程设计中积极推进耐久性材料的研发。探索应用工程施工质量、健康、安全及环境四位一体(QHSE)管理体系,积极探索公路建设期环境管理新模式。
- 5.1.6 重点加强BIM和“四新”技术应用,将BIM技术应用于公路建设全生命周期,拓展BIM技术在结构物造型、精细化质量管理、远程实时监控、模拟施工组织以及管理信息公开透明等方面的应用,提升工程建设过程中的环保和绿色品质。
- 5.1.7 推进交通旅游融合发展,进行公路旅游功能拓展设计,包括丰富旅游服务设施、提升旅游功能、拓展信息化服务。

5.2 设计管理

5.2.1 一般规定

- 5.2.1.1 设计单位应制定设计管理制度,确定项目设计控制流程,配备相应资源。
- 5.2.1.2 根据项目实施情况,对设计管理工作进行动态调整。对设计的过程和效果进行分层次、分类别的评价。
- 5.2.1.3 全过程包括初步设计、技术设计(如有)、施工图设计的各个阶段以及项目实施期间的后续服务阶段。设计单位须按照合同文件要求做好各阶段勘察设计工作,及时提交质量、深度满足要求的各阶段勘察成果,接受监理单位的全过程监督、审查、验收。
- 5.2.1.4 设计工作一般按地质初勘、初步设计外业(初测)、初步设计内业(初设)、地质详勘、施工图设计外业(定测)、施工图设计内业(施设)的程序依次展开。设计单位开展工程勘察和工程设计工作时,须认真履行监理工作程序,包括开工之前工作大纲(方案)报批、实施过程中报验报审、分阶段成果提交审核等。未经监理单位审查(验收)同意后,不得进入下一项工作程序。
- 5.2.1.5 勘察完成后,经勘察单位内部验收、监理单位初步验收通过后,设计单位应向建设单位申请外业验收。未经外业验收、专项验收未通过或外业验收不合格的项目,不得转入内业设计,完成的初步设计文件或施工图设计文件不予上报审查。
- 5.2.1.6 在初步设计、施工图设计中期及正式设计文件出版前,监理单位应按合同文件规定对设计成果进行中间检查,并督促设计单位及时修改完善。
- 5.2.1.7 监理单位验收通过并签证后,才能报送正式设计文件至上级部门审批。监理单位的审核签证意见作为支付各期次勘察设计费的必备条件。
- 5.2.1.8 项目实施期间,监理单位应对设计变更文件进行技术审查与签证。
- 5.2.1.9 经批准的勘察设计文件发生重大修改时,需报原审批单位审批,其他任何单位和个人不得擅自修改。

5.2.1.10 监理单位应进行现场监理，其中特殊路段、关键工程的勘察工作必须进行旁站监理；对外业调查工作及工作成果进行重点监控和抽样检查；对勘察、测量原始记录进行签认；对工程设计全过程进行技术咨询和监理。

5.2.1.11 根据绿色公路相应评价标准进行评价、验收。

5.2.2 外业验收

5.2.2.1 工程地质勘察应在各阶段外业工作完成时进行验收。一般分为初测阶段专项外业验收(含确定代表性地层设计参数取值)、定测阶段专项外业验收(含高陡路基及隧道进出口勘察专项验收)。也可根据其工作进展情况，将各阶段地质外业验收工作分别与初测(或定测)外业验收工作合并举行。

5.2.2.2 初步验收要求如下：

a) 验收申请条件如下：

- 完成勘察大纲规定(或实际下达)的外业工作；
- 外业工作原始资料齐全、准确，并通过自检；
- 完成项目外业工作总结，内容包括：项目概况、外业工作任务完成情况、外业工作质量述评、主要工作成果、存在的问题及整改措施等；
- 通过勘察设计单位的内部验收；

b) 验收申请程序如下：

- 设计单位提出外业验收申请，申请内容包括：验收申请书、完成工作量汇总表、自检报告和单位内部验收意见；
- 监理单位对外业验收申请进行审查，并在7个工作日内组织初步验收，出具验收意见书；

c) 验收步骤如下：

- 听取勘察设计单位的外业工作汇报；
- 检查外业工作原始资料和部分成果资料；
- 现场核查，必要时应按外业工作量的5%进行野外实地抽查、验收(如项目合同文件规定了抽检比例，按其规定执行)；
- 验收组评议，形成外业验收意见；

d) 验收的主要内容如下：

- 程序性文件及原始资料的完整性、准确性；
- 完成的工作量适宜性；勘察大纲规定的外业工作目标、任务完成情况；
- 地质资料中间成果的合理性；
- 必要时的外业实地抽查结果；检查勘察设计单位自检及内部验收材料；

e) 验收时，设计单位应提供的资料如下：

- 工程地质勘察项目合同书、勘察大纲及其审查批复等文件；
- 外业工作原始资料及成果资料；
- 外业工作总结报告；
- 自检记录及内部检查验收材料；

f) 验收结果的认定：监理单位初步验收时应对外业工作质量、工作量完成情况及工作总结报告等做出评价、形成外业工作初步验收意见书。设计单位收到外业验收意见书后，应及时按照验收意见书的要求完善各项工作；

g) 凡属下列情况之一的，初步验收不予通过：

- 资料不全；
- 外业工作不符合规范要求和设计需要；
- 完成的外业实物工作量未达到要求；
- 外业工作抽查不合格；
- 存在隐瞒、伪造外业工作资料或工作成果等；
- 验收组认为严重影响外业工作质量的其他事由；

h) 凡外业初步验收未通过的项目，勘察设计单位应根据验收组意见，进行整改，符合条件后，按本文件规定重新申请验收。

5.2.2.3 正式验收与评审如下：

- a) 申请验收条件如下：
- 完成勘察大纲规定的全部外业工作，通过监理单位组织的外业初步验收，并根据验收意见进行了相应整改；
 - 完成工程地质勘察报告和附图、附表编制，勘察设计单位内部评审合格；
- b) 设计单位向建设单位提出申请验收报告，包含内容：
- 勘察项目成果报告评审申请书；
 - 外业验收补充完善情况说明；
 - 设计单位内部评审报告；
 - 成果审查意见及回复；
 - 工程地质勘察成果报告目录；
 - 完成工作量汇总表；
 - 项目工作总结报告；
- c) 设计单位应提供的资料有：
- 工程地质勘察项目合同书、勘察大纲以及对勘察大纲的审查批复意见等文件；
 - 外业验收意见书；
 - 工程地质勘察成果报告及相关图件、图表；勘察单位内部审查意见；
 - 工作总结及汇报材料简本；
 - 评审专家组要求提供的其他资料；
- d) 验收及评审程序如下：
- 建设单位对申请报告进行审查，并决定是否受理评审申请，对于不符合勘察成果报告评审条件的申请，不予受理，并说明理由；
 - 建设单位应组织评审专家组进行评审，形成验收评审结论；
- e) 验收评审内容包括：
- 程序性文件及技术资料的完整性、准确性；完成工作量的适宜性；
 - 勘察大纲、监理大纲的目标和任务完成情况；
 - 成果资料的合理性；
 - 外业实地抽查结果；
 - 检查勘察设计单位自检及内部评审材料；
- f) 凡属下列情况之一的，外业验收不予通过：
- 资料不全；
 - 勘察成果不满足规范要求和设计需要；
 - 存在隐瞒、伪造资料或成果的情况；
 - 专家组认为严重影响勘察成果质量的其他事由；
- g) 设计单位收到成果报告验收评审意见后，应按照验收评审意见书的要求补充完善各项工作，并形成回复意见；
- h) 凡验收未通过的项目，勘察设计单位应根据验收评审意见书要求，进行整改，符合条件后，按本文件规定重新申请验收与评审。

5.2.3 设计监理

5.2.3.1 设计监理应按合同规定编制监理工作大纲及监理实施细则，对勘察设计(含房建、绿化、交通机电工程设计)提供相应的勘察设计监理服务工作，包括从初步设计工作启动到项目建设实施结束对设计单位进行全过程现场监督管理，对地质勘察等外业工作进行现场监理，对工程设计进行全过程监控和技术咨询，对设计成果进行审查、签证并出具报告，在施工过程中对设计变更进行监理等工作。

5.2.3.2 设计监理工作程序应包括以下内容：

- a) 编制监理工作大纲；
- b) 建立监理组织管理机构；
- c) 根据合同内容及要求配备人员、设备；
- d) 编制监理实施细则和地质勘测监理实施方案；

- e) 对勘察设计过程进行监理及成果审查, 包括对初步设计阶段初测、初勘、初设及施工图设计阶段详测、详勘、施设过程、成果进行全过程监理、审查;
 - f) 对勘察设计成果资料进行签证确认;
 - g) 编写项目设计监理工作报告;
 - h) 验收评审。
- 5.2.3.3 对勘察设计过程及成果进行监理、审查应包括以下内容:
- a) 在勘察、设计工作前, 审核设计单位的勘察、设计大纲; 在初步设计和施工图设计阶段, 对设计单位的中间成果进行中期审查并提出意见及建议; 设计成果正式出版前进行最终成果审查并提出意见及建议, 督促设计单位及时修改完善;
 - b) 对重要的钻孔或钻孔中的关键地层、关键工序应重点核查, 采取旁站的方式进行监理, 必要时对重点路段的地勘成果组织进行复勘, 并应逐孔进行质量评定;
 - c) 对初测、详测等外业工作进行现场监理;
 - d) 对测量成果和外业成果进行核查验收, 并按一定比例进行复测;
 - e) 对勘察设计实行全过程咨询和动态管理;
 - f) 整理所有原始监理资料和来往资料、照片等归档, 并指定专人管理;
 - g) 及时向业主报告勘察设计监理服务工作情况, 并按阶段提交勘察设计监理成果。
- 5.2.3.4 监理工作结束后, 应编写监理工作报告。报告应附监理工作大纲、监理实施细则、勘察资料审查报告、监理过程中有关来往资料、检查、日志、会议等方面的记录、表格、图表、照片等资料。
- 5.2.3.5 设计监理验收评审应满足以下要求:
- a) 监理单位应提供资料如下:
 - 勘察设计监理工作大纲;
 - 勘察设计监理报告;
 - 评审专家组要求提供的其他资料;
 - b) 评审会议程序如下:
 - 听取监理单位的工作汇报;
 - 检查勘察设计监理工作程序性管理资料和成果资料;
 - 必要时进行外业实地抽查;
 - 评审专家组评议, 形成勘察设计监理项目成果报告专家评审意见书;
 - c) 评审内容包括:
 - 程序性文件及技术资料的完整性、准确性;
 - 完成工作量的适宜性;
 - 监理大纲目标和任务完成情况;
 - 成果资料的合理性。

5.3 路线

5.3.1 平面线形设计应符合但不限于以下要求:

- a) 灵活应用平面指标, 使路线适应地形起伏, 与地形、地物、环境和景观相协调, 并与纵面线形和横断面相互配合, 保持线形的连续性与均衡性;
- b) 增加平曲面数量, 提高曲线占比, 选择合适的平曲线半径, 使线形符合驾驶员的视觉和心理需求, 避免长直线和单个长大平曲线造成驾驶疲劳和视觉疲劳;
- c) 对于地形条件较好的路段, 可结合运行速度检验结果, 通过对平曲线半径进行精细取值, 主动影响和控制驾驶员行车速度, 使运行速度平稳连续。

5.3.2 纵断面线形设计应符合但不限于以下要求:

- a) 纵面设计应尽量灵活选择指标, 适当增加变坡点, 使平纵线形吻合地形, 实现低填深挖;
- b) 山岭重丘区项目, 可通过反复调整优化平纵指标, 使土石方的整体平衡及分段土石方的平衡。越岭线隧道进出口路段, 可结合地形地质条件, 适当提高洞口高程, 增加隧道连接线填方数量, 消化隧道弃方; 对于平原、丘陵和山岭区之间的地形变化段, 增加路线纵坡长度和坡度, 适应地形和运行速度变化, 减少填挖数量。

5.4 路基路面

5.4.1 路基填挖控制应符合但不限于以下要求：

- a) 严格控制高填深挖路基，公路路基设计应符合 JTG D30 相关要求，结合路线方案优化，与采用桥、隧方案以及半桥半路、半隧半路、分离式路基等方案进行充分比选，择优选用；
- b) 对于线路必须通过耕地、湿地集中分布区域的路段，路基设计应通过技术、经济比较，采取以桥代路、设置路基挡土墙、节地型排水沟、分台式路基、压缩护坡道、碎落台宽度等可行措施，减少占地数量。山区溪谷路段压缩路基宽度，以桥代路，减少占地；
- c) 路基挖方应合理调配，力求自身利用平衡，减少设置取土场、弃渣场；必须设置取土场、弃渣场时，严禁占用基本农田，并应与改田、造地、复垦相结合；
- d) 公路筑路材料宜尽量就地取材，最大限度地利用地方材料，在技术、经济可行的条件下，可考虑利用符合技术要求的粉煤灰、矿渣等工业废渣、建筑垃圾及其他建筑工程(如河道整治、水库开挖等)的废弃土石方。

5.4.2 生态防护应符合但不限于以下要求：

- a) 路基应具有保护路基稳定、水土保持、改善生态环境等作用。根据路基工程所处的自然环境及人文环境，应做到与周围环境的协调与和谐，并可同时考虑绿色防护的景观效果；
- b) 做到工程防护与生态防护相结合，在保障边坡稳定与安全的前提下，尽可能以生态防护为主；
- c) 公路边坡生态防护可采用直接喷播绿化防护、三维网喷播绿化防护、秸秆育苗钵一体化技术、客土喷播绿化、植生袋绿化防护、土工格室绿化防护、三联生态防护等生态防护技术；
- d) 有条件的公路建设项目可考虑将弃渣场设计为淤地坝，与当地农业造地相结合；
- e) 改扩建公路项目废弃旧路路段可将硬地面刨除后，进行生态恢复。

5.4.3 路基排水应符合但不限于以下要求：

- a) 公路防护排水系统设计应将隔离栅一边坡一边(排水)沟作为一个整体系统，通过地形恢复整治、原生态设计，打造融入自然的公路防排水系统；
- b) 在保证边坡稳定的前提下，路堑边坡开口线尽量采用圆弧形设计，坡面防护应因地制宜采用生态防护设计，营造与周边原生植物群落一致的乔灌草复合群落，降低传统圪工防护对生态与景观的影响；
- c) 结合路侧净区营造，晋东南、晋南地区边沟设计可采取浅碟形植草土边沟等生态边沟形式，实现路基排水系统与坡面防护体系相互协调；
- d) 人为活动较少的路段可采取种植多刺植物，营造植物隔离栅替代传统隔离栅的设计方案，兼顾安全与生态保护功能；
- e) 在满足道路交通安全等基本功能的基础上，公路位于城镇规划区的路段应按照海绵城市建设要求充分利用公路自身及周边绿地空间落实低影响开发设施设计，建设下沉式绿地、植草沟、雨水湿地、透水铺装、渗管/渠等低影响开发设施，通过渗透、调蓄、净化方式实现道路低影响开发控制目标；
- f) 公路路线穿越耕地集中分布区，按照要求间隔距离设置沉淀池，防止冲毁农田。路基排水设计将排水渠道设计融入当地自然沟渠，并与农田水利设施相结合；
- g) 在公路互通立交区根据原有地形排水体系，因地制宜地将路基排水系统引入，达到灌溉和排水的目的；
- h) 公路路线穿越全域重点保护区、饮用水源保护区、I类和II类地表水体的，严禁排放水污染物。

5.4.4 路面材料选用应符合但不限于以下要求：

- a) 推广应用低碳环保耐久性路面，在技术经济论证可行的前提下，公路路面设计宜加大能够提高长期使用性能、节约材料的新型路面材料及技术的应用，如高模量沥青混凝土、聚合物水泥混凝土、轻质混凝土、温拌沥青混合料、大空隙低噪音排水沥青、废旧橡胶粉沥青等路面技术。在不影响路面正常性能的前提下，推广应用功能型路面，如排水路面、降温路面、发电路面或融雪化冰路面等；
- b) 改扩建工程应积极推行废旧沥青路面、钢材、水泥等材料再生和循环利用，提高旧路面材料的利用比例。

5.4.5 路肩加固和修饰应符合但不限于以下要求：

- a) 结合场地的不同情况及条件,采用植草路肩、空心混凝土预制块加植草、实心混凝土预制块或天然石材等不同的路肩加固方式;
- b) 公路路肩应自然修饰,显现路基边线轮廓,体现整体线形的优美舒展,并及时进行修剪,使路面高于草路肩。

5.5 桥涵

5.5.1 全方位桥型选择应符合但不限于以下要求:

- a) 桥型方案比选既要考虑建设期经济性,还应考虑全寿命周期成本,关注技术合理性、设计标准化、施工装配化、养护便利性、循环利用残值等因素;
- b) 在山区复杂条件下非标准跨径桥梁中积极推进钢结构桥梁的应用,积极应用高性能混凝土,保证结构使用寿命,有效降低公路运营养护成本;
- c) 注重桥梁美学设计,在桥梁设计中融入工程美学和景观设计,体现工程与自然人文的和谐、融合与共享。设计中要从宏观上把握桥型选择和孔跨布置,从微观上注意如梁、墩、台、附属结构、材料、色彩等细节。

5.5.2 桥涵标准化设计应注重结构设计体系化、结构构件标准化、加工制作自动化、现场安装装配化、建造运维信息化、拆除部件再利用化。鼓励采用钢结构、装配式混凝土结构、高性能混凝土结构等适宜工业化建造的结构形式。

5.5.3 桥涵设计宜进行建养一体化设计,同时考虑建设与养护需求,做到构建可换,养护可达。加强钢结构桥梁构造设计,方便养护与检查,减少能积留湿气的死角或凹槽。重视钢结构纵、横向受力的连接性和均衡性,细化截面过渡和连接设计,避免应力集中引起疲劳损伤,提高耐久性。

5.5.4 桥涵生态环保设计应符合但不限于以下要求:

- a) 优化下部结构设计,减少对环境的破坏。山区公路,为减少墩台施工对自然环境的影响,对于纵横坡陡峭的路段,应对墩台施工方案进行单独设计,合理设置墩台、系梁标高,尽量避免系梁、承台施工扰动边坡,对原地面扰动过大的要进行恢复。公路路线穿越敏感区的,合理选择桥型,尽量减少桥墩数量设置;
- b) 合理设置动物通道,穿越湿地路段利用桥梁保持湿地的水力联系。公路路线穿越鸟类集中分布区时,桥梁两侧加装防护网,并对桥墩进行警示性装饰,预防鸟类伤亡事故;
- c) 水环境保护设计,强化穿越敏感水体路段的径流收集与处置。公路建设应特别重视对饮用水水源地的保护,路线设计时,应尽量绕避饮用水水源保护区。为防范危险化学品运输带来的环境风险,对跨越饮用水水源二级保护区、准保护区和二类以上水体的桥梁,在确保安全和可行的前提下,应在桥梁上设置桥面径流水收集系统,并在桥梁两侧设置沉淀池,对发生污染事故后的桥面径流进行处理,确保饮用水安全。

5.6 隧道

5.6.1 隧道选址应符合但不限于以下规定:

- a) 项目所在地区的地表植被较好的条件下,隧道要提倡早进洞,晚出洞,应以少破坏植被,最大限度保护植被,与自然地形坡面平顺衔接为原则;
- b) 洞口原则选择零填挖处(洞中心线处洞顶填挖为零);
- c) 注重隧道洞门景观设计,在满足洞口防护、行车安全的前提下,将洞口作为一个与周边环境协调的景点建筑,并缓和驾乘人员高速进入隧道暗环境时的紧张感;
- d) 隧道选址应在地勘工作基础上,避免穿越地下水丰富区域,施工时采取封堵措施,避免大量疏干地下水。

5.6.2 隧道布置应符合但不限于以下规定:

- a) 隧道平面线形的确定,应综合考虑地形、地质状况、洞口接线、通风、车辆运行安全和施工条件等因素,可采用直线或较大半径的曲线;
- b) 隧道纵断面线形,应以行车安全、排水、通风、防灾为基础,同时考虑施工期间的排水、出渣、材料运输等条件确定,尽量设置缓坡,最小纵坡值宜不小于 0.5%,最大纵坡一般控制在 3%以下。

5.6.3 精细化设计应符合但不限于以下规定:

- a) 针对隧址周边地形特点,综合考虑安全、环保、美观、经济、排水等因素,落实“早进洞晚出洞”和尽量降低边仰坡高度的设计原,因地制宜选择洞门形式与洞口位置,避免在洞口形成高边坡和高仰坡,洞口顶部仰坡高度不宜高于 20 m;
 - b) 推行中、短隧道单向 CD 挑梁法出洞设计,实现“零开挖”。
- 5.6.4 绿色照明应符合但不限于以下规定:
- a) 隧道洞门形式宜采用削竹式等利于充分利用自然光的设计;
 - b) 洞口减光设计可因地制宜采取绿化带减光、遮阳棚、遮光棚以及通透式棚洞等方式;
 - c) 隧道照明方案设计应推广应用 LED 照明灯具、精细化照明调光控制技术;自然、气候条件许可的区域,隧道通风和照明用能可开发利用风电、光电、风光互补、水电等可再生能源,推广应用光纤传导、太阳光与人工光结合及导光管采光系统等绿色照明技术,以减少市电的使用量。
- 5.6.5 绿色通风应符合但不限于以下规定:
- a) 应将通风能耗作为隧道位置布设、线形、断面及纵坡设计的一项重要比选因子,在保证交通安全的前提下,选择有利于隧道通风的设计方案;隧道通风方案设计应首先考虑自然通风的可能性,不具备自然通风条件时,宜优先采用纵向机械通风方案与应用分布式智慧型单相供电技术;
 - b) 公路隧道通风主要分自然通风和机械通风两种,对于长度在 700 m 以下的隧道一般可采用自然通风,而对于长度在 700 m 以上的隧道一般应考虑采用机械通风,具体应根据通风计算结果确定。
- ## 5.7 互通交叉
- 5.7.1 应注重互通立交用地规模的控制,在满足功能、安全和运营管理要求的前提下,互通式立体交叉设计应规模适当、布局紧凑,选用合理的形式,以减少占地,具体措施应符合但不限于以下规定:
- a) 高速公路与一级公路交叉所设置的枢纽互通立体交叉,当交通量较小时,左转弯直连或半直连匝道设计速度不宜超过 60 km/h;建设条件复杂的枢纽互通立体交叉,在保证通行能力和行车安全的前提下,可选用较低的技术指标;
 - b) III 类地形区一般互通立体交叉,当交通量不大时,可适当降低环形匝道的设计速度和圆曲线半径,并充分利用地形,采用适当的变异形式,对长匝道或互通式立体交叉连接线,可设置曲线迂回展线;
 - c) 对于因布局间距需要、连接县级及以下城镇、预测期末交通量小、用地紧张或地形地质条件复杂地区的互通式立体交叉,宜采用菱形形式。
- 5.7.2 占用耕地数量较大的互通立体交叉宜进行互通区内土地综合利用论证,在保证互通立体交叉功能和交通安全的前提下,可将公路服务设施或收费、监控通信及养护等管理设施布设在互通立体交叉用地范围内,或通过设置机耕通道、匝道桥梁化等方式,为互通立体交叉区内耕地的耕作提供条件。
- 5.7.3 互通交叉生态环保设计应符合但不限于以下规定:
- a) 在满足交通功能的前提下,遵循选型与功能定位相结合的设计原则,力求互通立交与自然环境和人文环境和谐一致,注重对现状地形的利用来合理选择立交形式,注重通过立交范围内的地形整治实现合理的线形设计和景观营造;
 - b) 对于互通立交内部区域的路基边坡(包括主线和匝道),宜结合原有的自然地形对路基边坡进行坡面修饰,放缓边坡,建议在项目设计中,尽量采用较为缓和的边坡,便于形成绿化景观,提升互通整体美感;
 - c) 对于挖方边坡,应以保证视距为前提,以结合地形为基础,进行自然化的坡面修整,形成自然圆滑的形态,并采取植物防护;
 - d) 对于互通式立交内主线与匝道相互之间包围区域的排水,结合汇水面积及坡面坡度灵活采用适宜的宽浅土质排水沟或者取消排水沟,设置浅碟形土质蒸发池或进行湿地化处理。蒸发池或湿地坑的设置位置应结合地形条件采取不规则的接近自然的形状;
 - e) 互通交叉工程的设计应考虑通行便利性,合理设置动物通道,通过设置桥涵维持湿地路段的水力联系。
- 5.7.4 互通区涉及的灯光照明,可采用太阳能发电、风电或 LED 节能技术,实现资源节约。
- 5.7.5 上跨天桥的形式要美观、多样化。天桥各部分构造宜简洁、流畅、明快。风景区、路堑及城镇

路段，可采用拱桥，如箱型拱桥、钢管混凝土拱桥、系杆拱桥、桁架拱桥、板肋拱桥等；路堑段还可考虑采用斜腿刚构桥型；一般路段，可采用简支梁桥、连续梁桥、T型刚构等。

5.8 交通服务设施

5.8.1 交通工程

5.8.1.1 交通标志宜开展但不限于以下工作：

- a) 开展能耗低、亮度高、视认性好的全天候级的超薄主动发光标志技术应用；
- b) 开展采用可循环利用的环保型材料进行标志板模块化制作；
- c) 开展基于风景道、旅游公路的交通标识体系设计。

5.8.1.2 交通标线开展采用低VOC排放量的MMA双组份标线材料、树脂类预成型标线带、自降解临时标线等技术在标线中的应用，通过采用高压喷涂、预成型技术、冷拌等施工工艺降低环境影响。

5.8.1.3 防护隔离设施宜开展但不限于以下工作：

- a) 鼓励开展各种高强、高韧、轻质、耐腐蚀、可循环利用、可设计的复合材料在护栏材料上的应用；
- b) 开展废旧波形梁护栏再利用技术应用。

5.8.1.4 视线诱导设施鼓励采用抗冲撞、反光性能强，夜间视认性好的A3类突起路标技术，降低环境影响和道路成本。

5.8.1.5 监控设施宜开展但不限于以下工作：

- a) 充分利用当前物联网、移动互联网等新一代信息手段，提出公路网的多源智能感知技术，实现路网运行状态的主动、全面感知，包括交通量、气象、事故、施工、养护等信息；
- b) 加强无人机、手机信令等免安装公路网感知设施设计，推广移动视频采集技术，降低公路网感知设施的安装和运维成本；
- c) 强化与交警、路政、气象、旅游、互联网运营商等部门之间的信息共享，积极探索与移动运营商、网络运营商等部门之间的信息共享，积极探索与移动运营商、网络运营商等部门合作模式，建立多部门信息开放与共享机制；
- d) 应在公路进出城方向、省界入口侧、互通立交等设置智能交通诱导设施，及时发布路网运行状态信息与交通诱导信息；
- e) 开展基于大数据分析的应急预案智能匹配技术应用，事件发生后，无需根据事件内容和情况进行甄别和判断，可选择相应的预案匹配事件进行应急处置；
- f) 开展针对性的公路交通突发事件应急演练，建立应急演练评估机制，并根据评估结果修订应急预案，促进应急救援水平的整体提升。

5.8.1.6 通信设施宜开展但不限于以下工作：

- a) 开展5G技术在公路信息传输中应用，形成公路“无线通信走廊”，为车路协同、车车通信等提供传输通道，提升应急通信水平；
- b) 开展可视化应急调度技术应用。

5.8.1.7 收费设施宜开展移动支付收费技术应用，以手机等移动终端为载体，将第三方支付平台接入收费系统，丰富非现金缴纳手段，提升高速公路出行体验。开展可视化应急调度技术应用。

5.8.2 房屋建筑

5.8.2.1 房屋建筑应从选址、平面布置、建筑节能等方面进行节能设计。

5.8.2.2 应结合建筑气候分区特点，充分利用日照、风向、地形和环境等自然条件，减少建筑用能。

5.8.2.3 房屋建筑的建设规模和布设方案应综合考虑交通流及交通组成对建筑的影响，遵循集中设置、合并利用、合理间距的原则确定，优先选择低能耗、高效率、便于维护的用能设备。

5.8.2.4 房屋建筑总平面布置应减少人流与车流之间的干扰、缩短行驶距离。停车场地的设置宜与建筑功能分区相互协调，减少车辆场内交通行驶距离。

5.8.2.5 宜根据建筑内各功能用房对室内温度的不同要求，通过建筑空间布局，形成温度过渡空间。

5.8.2.6 应根据功能特点、建筑气候分区，采用不低于国家标准的建筑围护结构，宜选择当地建筑材料。

- 5.8.2.7 夏季太阳辐射较强地区的收费天棚屋面宜采用遮光性较好的材料，当采用透光性强的天棚屋面时，其透明部分面积不宜大于天棚屋面总面积的 20%。
- 5.8.2.8 收费亭围护结构的热工要求宜根据所处气候分区确定，采用高效保温、隔热技术，可选择轻质、无毒、传热系统低的可再生循环利用的材料。
- 5.8.2.9 服务设施及管理设施应选择经济高效的节能型设备，包括但不限于：
- a) 制冷压缩机、空调机组、专用制冷空调、其他制冷空调等制冷空调设备；
 - b) 热水器；
 - c) 炊事机械。
- 5.8.2.10 房屋建筑冷热源的输送应采用经济合理的系统规模、管道布置形式、管道敷设方式和连接方式，降低能耗。
- 5.8.2.11 服务设施宜结合公路沿线社会经济的发展，合理设置新能源汽车充电设施和加油加气站。
- 5.8.2.12 公路房屋建筑设计应为所选用的可再生能源做预留预埋，提供施工安装条件。

5.8.3 沿线设施

- 5.8.3.1 服务区、停车区、收费站及管理中心等设施的绿色建筑与节能设计应符合 GB 50176、GB 50189 的相关要求。
- 5.8.3.2 清洁能源利用但不限于以下要求：
- a) 因地制宜推广太阳能、风能、地热能、天然气等清洁能源应用，开展光伏建筑一体化设计，建造太阳能光伏、风力等绿色发电设施和太阳能热水、空气源热泵热水及地源热泵空调制冷系统，最大限度地开发利用绿色能源；
 - b) 鼓励设计使用高效节能建筑设备，应用光导照明、高效节能照明灯具，采用照明智能控制技术，应用绿色照明技术和太阳能指示牌等。
- 5.8.3.3 节水与水资源循环利用应符合但不限于以下要求：
- a) 推广基于清污分流、资源再生循环利用的设计理念，鼓励开展透水路面、渗透型生态停车场、绿色屋顶、植被水道及下凹式景观绿地等雨水资源化利用系统，鼓励以资源回收为导向的污水源分离技术、膜生物反应器 (MBR) 及人工湿地等生活污水资源化系统的设计；
 - b) 服务与管理设施区鼓励采用节水型水嘴、节水型便器、节水型淋浴设施；场区绿化及景观用水宜采用收集的雨水或生活污水处理后形成的再生水，积极推广应用节水灌溉技术，鼓励采用湿度传感器或根据气候变化的调节控制器；
 - c) 适宜山西省的水资源循环利用技术有公路服务区污水分质处理技术、公路服务区雨水收集利用技术、公路服务区水资源回收利用技术等。
- 5.8.3.4 服务与管理设施区应建设生活垃圾分类收集设施，有条件的地区宜建设堆肥处理设施对厨余垃圾进行处置。
- 5.8.3.5 沿线设施宜以文化景观、建筑风格、绿化工程、工程外观等为载体，展现公路文化、民族文化、历史文化、地域文化和自然生态文化，以书画、文学、雕塑、文化墙、碑刻、民族民居、绿化美化等形式展现文化内涵。
- 5.8.3.6 配套服务设施建造应符合但不限于以下要求：
- a) 普通公路充分利用公路养护工区、场站等用地，科学设置服务区、路侧港湾停车带、路侧综合型停车区，因地制宜开展观景点、汽车露营地、房车营地及旅游服务站等旅游服务设施设计，在沿线拥有旅游资源路段开展快慢综合交通旅游廊道设计，在河谷、溪流路段设置自行车道慢行系统，推广服务区、停车区加气站和新能源汽车充电桩设施，构建公众个性化出行服务设施，满足公众的个性化出行服务需求；
 - b) 高速公路应当在确保行车安全的前提下，在沿线设施的设计中开展与周边旅游资源的融合。沿线设施选址可选择观赏性强、风景优美的区域设置，高速公路互通、收费站等设施选址考虑周边旅游资源的通达性、便利性。

5.9 临时工程

5.9.1 一般规定

- 5.9.1.1 应严格控制施工驻地、场站、施工便道等临时工程用地规模，不占或少占耕地、林地，避让生态保护红线、基本农田保护区和基本草原区。
- 5.9.1.2 应按照国家要求建设驻地、工地试验室、拌和站、预制场地、钢筋加工场和材料存放场等临建设施，进行集约化施工。
- 5.9.1.3 临时场站应集约布设，宜采用下列方式：
- 同期施工场地宜合并设置，分期建设的施工场地可先后使用同一场地；
 - 预制厂、混凝土拌和站、钢筋加工厂可综合布置，相邻标段共建；
 - 预制场、拌和站等宜在主线路基、互通区、服务设施等工程永久用地范围内统筹安排；
 - 办公区、生活区宜租赁已有房屋，或新建驻地用房如不能恢复，可经相关部门批准后移交当地继续使用。
- 5.9.1.4 施工便道宜利用已有道路，新建便道宜结合地方道路建设规划，并按相应标准建设，完工后移交地方使用。
- 5.9.1.5 临时用地应注重施工准备期和施工期的水土保持措施，临时占用期限届满后，应对所占用地进行恢复。
- 5.9.1.6 施工电网宜与服务区、养护工区等设施的永久用电统筹建设，在施工结束后转入当地民用。

5.9.2 拌和站与预制场

- 5.9.2.1 混凝土拌合楼应采取封闭方式，对砂石料筛分系统的震动筛等噪声强大的设备安装隔声罩，对传送带安装消声器。
- 5.9.2.2 沥青混合料拌和设备宜采用天然气、煤制气等清洁燃料，并安装除尘及废气处理装置。
- 5.9.2.3 沥青、水泥混凝土拌和站应设置粉尘回收装置，防止粉尘污染，回收的粉尘可用于防护工程，拌和草籽后用于空心砖内芯填筑。
- 5.9.2.4 集料加工厂应采用环保型加工设备。
- 5.9.2.5 拌和站与预制场等场站应设置完善的排水系统，养生用水和施工废水宜循环利用。
- 5.9.2.6 拌和站与预制场内的废沥青、废机油、清洗检修产生的油污等固体废物应分类收集至指定容器或地点，运输途中不应丢弃、遗散。

5.9.3 取、弃土(渣)场

取、弃土(渣)场选址与设置应符合JTG B04、GB 50433及GB 51018的相关要求，并应符合但不限于以下要求：

- 取、弃土(渣)场选址应避让基本农田保护区、生态保护红线；
- 取、弃土(渣)场选址宜设置于道路视线之外，避开地质灾害易发区，尽量利用荒坡、荒地、荒山，可与蒸发池、人工湿地、生物滞留池等储存设施相结合；
- 风吹雪路段，填方路段的取土坑可综合考虑风向条件用作储雪场。

5.10 公路环保工程

- 5.10.1 声环境保护工程设计声屏障工程设计应符合 JT/T 646.3 的相关要求，通风隔声窗工程设计应符合 GB 50118 的相关要求。
- 5.10.2 水环境保护设计应符合但不限于以下规定：
- 桥面径流水收集系统应包括收集管线两条和桥头沉淀池，管线连接采用承插连接，吊架固定于 T 梁底部；
 - 收集管线敷设应依据桥面标高进行设计，设计坡度大于 0.3%；施工前须先对现场条件进行核实，如发现实际情况与设计不符，应及时进行变更；
 - 收集管线应采用吊架固定于桥梁底部，起始端收集管管顶距箱梁底 20 cm；
 - 管道连接应采用承插连接，粘接；连接管采用三通承插连接，粘接；
 - 收集池应采用钢筋混凝土结构，根据危险化学品一次运输最大吨位，估算确定收集池的容积，同时对收集池进行防渗处理，防止事故污水渗漏污染；
 - 应充分考虑与桥梁已有结构的衔接，保证桥梁整体质量。

6 绿色施工

6.1 总体要求

6.1.1 公路施工应严格贯彻落实国家和当地有关环境与资源保护法律、法规的规定、项目环境影响报告书(表)提出的主要环境保护措施以及环境保护行政主管部门对项目环境影响报告书(表)、水土保持方案的批复意见要求。

6.1.2 强施工过程的管理和监督,按规定选定专业机构开展施工期环境监测、水土保持监测,并根据监测结果及时调整绿色施工方案;组织编制施工期环境保护监理、水土保持监理实施方案,并将施工期环境保护监理和水土保持监理纳入主体工程监理一并考虑,涉及自然保护区、风景名胜区及饮用水源保护区等重大环境敏感区,并可能存在重大环境影响的项目,可按规定选定环保专业机构协助开展施工期环境保护监理和水土保持监理工作。

6.1.3 加大宣传和培训力度,应结合工程项目的特点,有针对性地对绿色施工相应的宣传,通过宣传营造绿色施工的氛围。定期对建设单位、设计、施工及监理人员进行绿色施工知识培训,增强绿色施工意识。

6.2 施工管理

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 大力推进施工管理信息化,相关要求如下:

- a) 基于“互联网+”理念,加快云计算、大数据等现代信息技术应用,提升建设管理智能化水平;
- b) 建立智能网联联控的公路建设信息化管理系统,推进质量检验检测数据、全寿命周期关键信息的互联共享,促进信息技术在公路建设管理中的应用。

6.2.1.2 总结推广施工管理新经验,相关要求如下:

- a) 推广开发应用基于建筑信息模型(BIM)技术的建设项目管理系统,构建面向设计、施工及养护全过程、一体化管理系统;
- b) 探索应用工程质量健康安全环境四位一体管理体系(QHSE 管理体系),推广公路建设期环保管家服务等环境管理新模式;
- c) 推广建设与运营期能耗监测管理,科学评估项目建设能耗水平;
- d) 鼓励代建制、设计施工总承包等管理模式的应用,营造绿色公路建设市场发展环境。

6.2.2 综合管理

6.2.2.1 明确和落实建设、监理、施工单位的质量安全管理责任和义务,落实质量责任制和质量责任追究制度,并加强施工、监理单位业绩信用考核,有效规范从业单位行为。

6.2.2.2 加强现场监督检查,严把质量安全关口。

6.2.2.3 加强多层次的作风建设和业务技术培训工作,不断提高从业人员的职业道德水平、技术水平和绿色意识。

6.2.2.4 建设单位应根据项目建设特点,把绿色工程实施的要求纳入招标文件,在招标文件中充分体现管理的要求并严格执行;同时,要求投标人在保证合理报价的前提下,将标化工地建设所需的必要费用列入招投标工程量清单,将标准化、规范化绿色施工所需的必要费用计入综合报价。

6.2.2.5 应在设计阶段进行交通安全评价。

6.2.2.6 应对高速公路路堑高边坡应按照交通运输部《高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南(试行)》要求开展总体安全及专项风险评估工作。

6.2.2.7 对隧道长度超过 3 km 的特长隧道以及地质条件特别复杂的隧道应按照交通运输部《公路隧道建设安全风险评估指南》要求开展隧道建设安全风险评估工作。

6.2.2.8 应提前做好施工前各项准备工作。建设单位在全面施工前要组织做好征地拆迁和主要进场施工便道的修建工作,山区桥隧比较集中的还需结合永久用电,提前架设电力线路,完善施工便道的安全设施、标志,加强项目建设意义等方面的宣传工作,为施工单位顺利开工创造良好的环境。

6.2.2.9 应合理组织施工,均衡安排生产,确保各项工程在其最佳季节和最佳时段完成。

6.2.2.10 应不断总结、积极推广应用各项目建设管理中的好经验和做法。

6.2.2.11 建设单位应建立材料管理的“来样封存制”、“盲样送检制”和“产品厂验制”等三项基本制度。并按其检验状态和结果、使用部位等进行标识,建立使用台账,使之具有追溯性。

6.2.2.12 杜绝混凝土生产不按设计配合比施工的现象。加强混凝土结构物抗压试块制取、养生管理。

- 6.2.2.13 山区高速公路桥梁隧道比例大，桥梁、隧道、路基变化频繁，为保证行车安全和护栏顺适、路容美观，路侧及中央分隔带安全护栏在实施前，建设单位应组织设计、监理、施工单位，现场优化路、桥、隧之间护栏的结构形式、线型，做好衔接。为保证冰雪、雨雾等气候的行车安全，宜在特大桥护栏侧、特长隧道洞口设置暴闪提示灯，在经常性团雾路段应增加爆闪提示。
- 6.2.2.14 根据管理需要完善软件功能。收费系统软件应保证操作方便、统计清晰、拆帐准确、稽查严密，监控系统软件除单机设备功能外，应注重联网监控功能、系统联动功能，为公众提供服务、为管理提供手段，保证软件功能齐全、界面友好、操作方便。
- 6.2.2.15 交通机电隐蔽工程应及时进行检验。设备安装完成，必须进行单机系统调试，并做好调试记录。系统开通前应进行系统测试。完成全部工程，实现设计的各项功能，进行了系统测试，资料整理完整后，方可提交质检申请。
- 6.2.2.16 房建工程应严格按建筑工程施工相关规范的要求进行各工序的施工，坚决杜绝偷工减料现象。
- 6.2.2.17 为确保房建装饰工程材料质量，房建装饰主要材料原则上应采用“甲控甲购”方式供应。
- 6.2.2.18 监理单位应加强对基础基坑的检查验收。
- 6.2.2.19 应用信息化监管手段加强施工现场管理。

6.3 标准化施工

- 6.3.1 应实施工地建设标准化，实施驻地建设、工地实验室、混凝土拌和站、钢筋加工棚、预制梁场等临建设施标准化建设。
- 6.3.2 应实施施工工艺标准化，鼓励工程构件生产工厂化与现场施工装配化。严格把好人员关、机械关、材料关、工艺关；强化控制结构物强度、路基压实度、路基边坡坡度、路面平整度、桥梁安置与吊装精确度、隧道衬砌厚度。
- 6.3.3 应实施管理工作标准化，确保各项管理制度、机构人员到位，落实好技术管理、过程管控及内业管理。
- 6.3.4 应实施安全文明标准化，严格实行施工阶段安全风险评估制度、夜间施工报备及适时停止作业制度、项目安保工程与主体“三同时”制度、质量安全隐患整改“四不放过制度，落实隧道动态监管措施、危险点隔离措施、作业人员安全管理措施、用电用气安全作业措施、文明施工管理措施。

6.4 施工组织

- 6.4.1 施工组织应根据工程特点、设计方案和总进度要求，从施工方案、作业流程、施工工序、工程进度等方面选择经济可行、低能耗的节能措施，利用信息化手段，提高施工效率和管理水平。
- 6.4.2 施工场地布设应减少施工区域内车流、人员、机械设备的相互干扰，减少物资搬运量，提高运输效率。
- 6.4.3 施工组织方案应统筹考虑临时用地与永久用地需求，有条件时宜将施工场地布置在管理和服务设施等永久用地区域，减少临时用地。
- 6.4.4 施工用电宜以当地电网为主，并与运营期用电相结合，减少现场发电机发电量。
- 6.4.5 弃土/石场选址和设计应遵循安全、科学、生态、经济原则，弃方应集中堆弃。
- 6.4.6 施工阶段应充分利用现有料场。新设料场应综合考虑其位置、开采方式、数量等对坡面植被、河水流向和水土保持等的影响。

6.5 施工工艺

- 6.5.1 施工工艺应技术可行、经济合理，统筹安排材料、机具资源和人力资源，减少重复施工，并将施工能耗作为重要的节能指标。
- 6.5.2 施工工序应保持施工作业的连续性，提高生产效率和机械设备的使用效率，降低设备的单位耗能。
- 6.5.3 搅拌站(场)宜使用天然气代替燃油作为加热燃料。
- 6.5.4 筑路材料应根据材料特性、用途、温度、湿度进行分区储存，减少非实质性材料消耗。集料存储区应设置良好的防、排水系统，保持材料干燥。
- 6.5.5 路基施工工艺应符合但不限于下列要求：
- a) 兼顾临时排水设施与永久性排水设施，与工程影响范围内的自然排水系统相协调；

- b) 施工机械与地质条件和路基材料相匹配，提高作业效率。
- 6.5.6 路面施工工艺应符合但不限于下列要求：
- 应合理使用连续式沥青混合料拌和设备；
 - 在保证施工均匀性的基础上，宜选择高效率的施工摊铺宽度；
 - 应选择有利于减少路面压实离析的设备组合和压实遍数，提高压实均匀度和效率；
 - 应控制材料的施工温度，减少施工能耗。
- 6.5.7 桥梁施工应工艺简单，操作方便，施工工艺宜符合但不限于下列要求：
- 中、小桥梁宜采用预制吊装施工方案；
 - 大桥、特大桥宜采用挂篮悬浇或预制吊装等无支架方案。
- 6.5.8 隧道施工应加强地质超前预报，采用适应围岩条件的施工方案和支护结构形式。
- 6.5.9 绿色公路工程施工应采用节水施工方法、提高水资源循环利用率。
- 6.5.10 冬季施工时，宜采用低能耗的保温措施，降低施工能耗。
- 6.6 机械设备
- 6.6.1 施工机械设备类型、数量和不同组合应满足工程特点、工程量及施工工期的要求，并与施工工艺相匹配，提高作业效率。
- 6.6.2 施工阶段应选择功率与负载相匹配的机械设备，避免施工机械长时间过载或欠载运行。
- 6.6.3 机械设备的选用应将设计能耗作为重要的评估指标，选用技术先进、安全可靠、能耗低和效率高的施工机械产品。
- 6.6.4 电力驱动的机械设备供电电压等级应根据设备装机功率、供电条件和线路损耗、变压器损耗等综合确定。
- 6.6.5 机械设备应加强施工过程中的能耗管理，建立机械设备管理制度，健全设备档案，开展能耗监测相关工作，做好维修保养工作，使机械设备保持良好的使用状态。
- 6.6.6 施工阶段应重点对下列机械设备的用能进行计量：
- 挖掘、装载、运输等施工机械；
 - 路面混合料拌和设备，摊铺、碾压机械；
 - 桥梁桩工机械和构件预制、安装机械；
 - 隧道掘进、通风设备。
- 6.7 资源集约节约利用
- 6.7.1 施工期节地措施应符合但不限于以下要求：
- 推行施工便道与农村公路建设规划、隧道应急抢险通道建设相结合，实施永久硬化措施；
 - 拌和站、预制梁场及施工驻地等临建设施优先利用地方建设用地、路基永久用地、取弃土场地，减少新增临时占地数量；
 - 施工现场应根据施工规模及现场条件等因素合理确定临时设施确定占地指标，有效利用率应大于 90%；
 - 施工现场临时占地应尽量使用荒地、废地，少占用农田和耕地、林地，工程完工后，及时恢复原地形、地貌。临时设施的占地面积应按用地指标所需的最低面积设计。
- 6.7.2 施工期节水应符合但不限于以下要求：
- 施工现场办公区、生活区的生活用水应采用节水系统和节水器具，节水器具配置率应达到 100%。项目临时用水应使用节水型产品，安装计量装置，采取针对性的节水措施；
 - 施工现场搅拌用水、养护用水等应采取有效的节水措施，严禁无措施浇水养护混凝土；
 - 施工现场建立工程废水、生活污水等可再利用水的收集处理系统，使水资源得到循环利用；
 - 现场机具、设备、车辆冲洗、喷洒路面、绿化浇灌、搅拌、养护等用水，优先采用基坑降水等非传统水源，尽量不使用市政自来水。
- 6.7.3 施工期节材应符合但不限于以下要求：
- 推广废旧沥青路面、钢材、水泥等材料再生和循环利用，推广粉煤灰、煤矸石、矿渣、废旧轮胎等工业废料的综合利用，积极开展建筑垃圾无害化处理和利用，实现资源高效、循环利用；
 - 应优化混凝土配合比，利用粉煤灰及外加剂减少混凝土中水泥用量；

- c) 推广隧道洞渣在路面集料、机制砂中的利用技术、弃土场与填方路基结合设置技术、土石方合理调配技术，降低废弃土石方数量；
- d) 应建立和落实材料计量、使用、存放、周转管理制度，并应缩短运输距离，减少能耗。

6.7.4 施工期节能应符合但不限于以下要求：

- a) 优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的施工设备、机具、材料等；
- b) 对施工现场的生产、生活、办公和主要耗能施工设备应制定节能与能源利用控制措施；
- c) 施工现场应建立施工机械设备管理制度、机械设备档案，应对用电、用油分别计量，并应定期定人维修保养工作，使机械设备保持低耗、高效的状态；
- d) 应合理安排工序及机械设备使用，保持较高使用效率和满载率，共享资源，降低各种设备单位能耗；
- e) 施工临时设施应充分利用场地自然条件，合理设计生产、生活及办公临时设施的采光、通风、外墙窗设遮阳等设施。临时设施墙体、屋面应采用节能、隔热材料，降低采暖、制冷能耗。

6.8 污染控制

6.8.1 施工扬尘污染控制应符合但不限于以下要求：

- a) 各类施工场地宜实施硬化措施，四周建设围挡设施，旱季定期洒水抑尘，拌和楼应配备除尘设备；
- b) 施工便道原则上应铺设高级路面或砾石，旱季定期洒水抑尘；
- c) 非施工作业面的裸露地面、长期存放或超过一天以上的临时存放的土堆采用防尘网进行覆盖，或采取绿化、固化措施；
- d) 水泥、粉煤灰、灰土、砂石等易产生扬尘的细颗粒建筑材料应密闭存放或进行覆盖，使用过程中应采取有效措施防止扬尘；
- e) 建筑垃圾土方砂石运输车辆应采取苫盖、加装蓬盖等措施防止车辆运输遗撒；
- f) 对于土方工程，开挖完毕的裸露地面应及时固化或覆盖；
- g) 鼓励隧道衬砌应用湿喷工法、全断面装配式衬砌施工，推广隧道水压爆破施工与雾化设备除尘、降温技术。

6.8.2 施工水污染控制应符合但不限于以下要求：

- a) 施工驻地视施工人员数量分别合理设置旱厕、化粪池或小型生化污水处理设施，旱厕和化粪池定期清掏用作农肥，小型生化污水处理设施处理后的污水应达到相应的污水排放标准要求；
- b) 隧道施工排水、混凝土搅拌站排水及桥梁基础施工中的泥浆水宜设置沉淀池进行处理，上清液排放或用于场地旱季洒水抑尘；
- c) 跨越敏感水体桥梁水中基础宜因地制宜采用沉入桩、灌注桩、沉井等桩基形式，以减少对河床或湖底的扰动影响；
- d) 涉水桥墩桩基施工周围宜设置围油栏，防范施工机械跑冒滴漏所造成的油污染。

6.8.3 施工固体废弃物处理应符合但不限于以下要求：

- a) 施工驻地设置垃圾站宜为密闭式，施工垃圾、生活垃圾宜分类存放，运输消纳应符合相关规定；
- b) 涉水桥墩桩基施工平台尽量采取钢栈桥全平台施工方案，优先应用清水钻或环保泥浆施工工法，施工泥浆循环使用，钻渣采用泥浆船驳运至岸上指定地点处置；
- c) 施工现场废弃石渣、碎石，宜作为路基回填、片石混凝土拌合材料、加工机制砂(碎石)等其它用途。

6.8.4 施工噪声防护应符合但不限于以下要求：

- a) 优先选用低噪声施工机械、设备和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，同时加强各类施工设备的维护和保养，从源头上降低噪声源强；
- b) 加强施工管理，合理安排施工作业时段，在居民集中区 150 m 以内的施工场地，宜避免夜间(22:00~06:00)进行高噪声施工作业，夜间严禁打桩作业；
- c) 采取建筑围挡、移动式或临时声屏障等防噪措施对受噪声影响大的声环境敏感点实施防护，必要时在有条件的路段可结合运营期噪声预测超标情况建设永久性声屏障。

6.8.5 施工光污染防治应符合但不限于以下要求：

- a) 减少夜间作业，尽量避免灯光、噪声对夜间动物活动的惊扰；

- b) 合理安排施工作业时间, 尽量避免在夜间施工, 有防止强光外泄的措施, 减少对周围居民的影响;
- c) 夜间电焊(电弧焊焊接)作业时, 应有有效的挡光、遮光措施, 夜晚照明用的镝灯应有灯罩, 防止强光外泄。

6.9 生态保护

6.9.1 路基环保清表应符合但不限于以下要求:

- a) 推广公路施工红线内二次清表作业工法, 最大限度地保护原生植被;
- b) 严格控制路基清表范围, 路基挖方清表时两侧各留 3 m, 公路红线内坡口线外的植被不清除, 桥梁施工仅清理桩基与桥台处的植被, 互通立交区仅清理主线与匝道路基用地范围内植被, 隧道仅清理洞口仰坡开挖范围内的植被。

6.9.2 原生植被与表土资源保护应符合但不限于以下要求:

- a) 贯彻落实野生保护植物、古树名木及大树等原生植被的保护要求, 委托专业机构开展野生保护植物现状调查, 因地制宜实施就地保护与移栽利用; 对野生保护植物集中分布地带或移植难以保证成活的古树名木, 宜通过优化路线走向或工程构筑物布设方案, 避免或减轻公路建设对其影响;
- b) 实施路基清表土收集利用工程, 集中堆存于互通立交区、服务与管理设施区等公路永久用地范围内, 后期利用作绿化用土、复垦土等, 有效保护表土资源;
- c) 森林路段施工单位应加强防火知识教育, 必要时可在用地两侧边界建设临时阻火带, 防止人为原因导致森林火灾的发生。

6.9.3 敏感路段施工生态防护应符合但不限于以下要求:

- a) 针对自然保护区、风景名胜区及重要湿地等生态敏感区的主要保护对象及保护要求, 制定生态环保施工专项方案, 严格落实环保措施, 采取扰动范围少、影响程度低、施工时间短的施工工法, 实施生态补偿措施, 降低施工对生态环境的影响;
- b) 加强对施工人员的环保教育工作, 制定施工环境保护方案, 禁止施工人员随意破坏植被和猎捕野生动物。

6.9.4 水土流失防治应符合但不限于以下要求:

- a) 半填半挖路段、隧道洞口下方应先实施挡土墙、拦沙坝等拦挡工程, 再进行土石方填挖作业, 以避免开挖土石方顺坡滑溜而破坏植被和土地;
- b) 路基边坡及隧道洞口仰坡应及时采取工程或植物措施加以防护, 雨季来不及实施永久防护工程的, 应采取临时排水、拦挡及苫盖措施;
- c) 工程施工过程中, 要严格按设计规定的取土场、弃渣场进行取、弃土作业, 禁止占用基本农田。
- d) 选定的弃渣场必须先做好排水、支挡等防护工程后方可弃渣;
- e) 应选择有开采手续的合法砂石料场供应商, 并在砂石料购买合同中明确水土流失防治责任; 外购砂石料场的选址宜尽量选择位于路线 200 m 以外, 以减少砂石料场对生态和公路路域景观造成的影响。

7 绿色运营与养护

7.1 总体要求

7.1.1 运营管理部门宜通过 ISO14001 环境管理体系认证。

7.1.2 应充分发挥专业机构的优势, 鼓励采用第三方运维管理模式, 推行养护及环境管理的市场服务机制。

7.1.3 应鼓励隧道照明与房建设施实施合同能源管理, 推广服务区运营能耗监测系统及技术。

7.1.4 应推行绿色公路设施数字化、养护专业化、管理现代化、运行高效化、服务优质化, 提高运营与养护管理能力和水平。

7.1.5 应树立绿色运营与养护理念, 健全绿色运营与养护管理制度, 加强绿色运营与养护技术的研发。

7.2 运营管理

- 7.2.1 应制定并实施节能、节水、节材等资源节约与循环利用管理制度。
- 7.2.2 应加强各类环保设施的维护与运行管理，全面推进沿线公路附属设施污水处理和利用，实现垃圾分类收集和无害化处置。
- 7.2.3 应对公路运营期交通量及环境质量进行跟踪监测，及时采取声屏障等敏感点降噪措施，提升管理与服务设施区污水处理设施的处理能力，做到公路沿线声环境质量及污水排放水质达到相应标准要求。
- 7.2.4 应利用短信平台、门户网站、微信、微博等新媒体手段，构建公益服务与个性化定制服务相结合的公路出行信息服务体系，引导公众高效、便捷、舒适地出行，缩短出行人员在途距离和时间，最大限度降低能耗和排放水平。

7.3 运营节能控制

- 7.3.1 运营阶段应从照明、通风、供配电、房屋建筑、供暖、空调、用水、运输等方面进行节能控制，降低管理能耗和使用者能耗。
- 7.3.2 有照明需求的场区、室内等应根据环境、灯具特性、使用效果情况进行节能控制，选择符合标准和实际需求的照明参数及控制策略。
- 7.3.3 隧道通风应在设计要求基础上采用智能化管理，使风机运转方式与洞内环境参数匹配，应控制风机开启和关停的数量，在保证隧道正常运行的状况下降低风机能耗。
- 7.3.4 服务区综合服务楼供暖通风和空气调节系统应根据运营高低峰时段的需求变化，采取分区、分时段温度调节的控制措施。采取间歇运行的空气调节系统，宜设置自动启停控制装置。控制装置应具备按预定时间表或服务区域内是否有人等模式控制设备启停的功能。
- 7.3.5 房屋建筑应根据各单体建筑对室内温度的不同需求，采取对供暖末端设备进行温度智能调节的节能措施。供暖空调系统应设置室温调控装置；散热器及辐射供暖系统应安装自动温度控制阀。
- 7.3.6 喷洒、冲洗和绿化等用水宜采用直取或经简易处理后的江水、河水或集中收集的雨水。生产、生活污水经处理后宜作为上述用水的补充用水。
- 7.3.7 运营阶段应积极运用信息化、智能化技术，综合利用不停车收费、信息监测、信息服务、预警预测等手段对路网运行状态进行实时监测及管控，提高公路通行能力和节能水平。

7.4 养护管理

- 7.4.1 公路养护宜采用节能环保型养护装备。
- 7.4.2 路面日常养护宜采取微表处、稀浆封层、雾封层等预防性养护方案；路面大中修宜推广应用节能、利于材料循环利用的材料及施工工艺和工法，采用温拌沥青混合料工艺、沥青路面再生和水泥混凝土路面再生技术等。
- 7.4.3 宜建立综合养护管理系统，提升养护业务的信息化管理水平。
- 7.4.4 推广新能源、清洁能源在公路养护装备中的应用，合理配置养护作业机械设备，提高使用率，降低单位能耗。
- 7.4.5 应加强边坡、隧道洞口、沿线设施等绿化养护。
- 7.4.6 养护施工及保洁作业应采取有效的降噪、除尘措施，防止污染。

7.5 养护节能控制

- 7.5.1 绿色公路工程养护阶段应从养护材料、工艺、用能和供能设备状况等方面降低养护作业能耗、提高设备工作能效。应积极推广精细化养护、标准化作业等节能新技术。
- 7.5.2 养护阶段应合理运用再生技术提高沥青、混凝土等旧路面材料的循环利用率，减少废弃量。
- 7.5.3 采用高反射率材料的隧道墙面应根据隧道养护周期进行保养，保持良好状况。
- 7.5.4 养护机械设备数量、类型应与养护需求相匹配，并根据不同时期、不同工况的养护需求调整机械设备组合，进行科学养护作业。
- 7.5.5 绿色公路照明应根据设备性能衰减情况，制定合理的养护方案，降低照度衰减程度。
- 7.5.6 监控、通信、收费及供配电等设备应加强对散热结构的日常养护，保持系统完整并具备良好的工作状态。
- 7.5.7 采用太阳能发电技术时，应加强对太阳能供电设备的清洁，提高能效。
- 7.5.8 养护作业时合理进行交通组织设计，减少养护车辆对正常交通车辆的干扰，保证公路通行能

力。

7.5.9 养护作业控制区布设应符合下列要求：

- a) 养护材料、机械设备应统筹安排，减少重复搬运；
- b) 控制区内施工工序应保持作业连续性；
- c) 临时设施应易于养护人员布设和回收；
- d) 临时设施应重复多次使用，降低材料使用量。

8 机电设施节能

8.1 一般规定

8.1.1 绿色公路建设项目应加强设计阶段的节能设计，遵循合理用能、优化资源和能源配置原则，从总体方案、能源类型、用能供能设备、节能控制等方面制定节能措施和技术要求。

8.1.2 设计方案比选应将机电设施能耗作为重要因素，对材料、工艺、机械的能源消耗指标进行分析，选择能源利用率高的方案。施工机械设备能耗可根据 JTG/T 3832、JTG/T 3833 进行计算。

8.1.3 路线交叉、服务设施和管理设施的位置、规模和平面布置应综合与城镇、主线的位置关系及功能分区、日照间距、周围自然环境等因素，选择车流与人流之间干扰少、行驶距离短、物资供给便利的方案。

8.1.4 主要能源类型选择应结合当地资源条件、建设期和运营期的用能需求，选择综合能耗低的方案，应科学、充分地选择太阳能、风能、地热能等可再生能源。

8.1.5 设计文件应注明施工阶段及运营阶段主要节能措施、能耗监测方案和节能管理的技术要求。

8.1.6 设计阶段应优先选用国家、行业相关节能技术目录中的技术或产品，列出绿色公路工程所应使用的节能技术或产品清单。

8.2 监控、通讯和收费设施

8.2.1 监控、通信和收费设施应选择系统综合能耗、用能设备及供能设备能耗低的节能方案。

8.2.2 公路工程应充分利用信息化、智能化技术进行交通出行信息服务、诱导及跨区域路网运行状态智能化管控，提升公路通行能力和运行效率。

8.2.3 监控、通信、收费设施设备应选择经济、高效的节能型产品，包括但不限于计算机设备、计算机网络设备、输入输出设备、投影仪、多功能一体机、视频设备等。

8.2.4 室内监控大屏、可变信息标志等高能耗信息化设备，发光亮度应具有自动调控功能，功耗宜符合下列要求：

- a) 室内 LED 背光液晶屏单位面积功耗不宜高于 230 W/m^2 ；
- b) 室内 LED 屏最大亮度不低于 600 cd/m^2 时，单位面积功耗不宜高于 450 W/m^2 ，平均功耗不宜高于 150 W/m^2 ；
- c) 室外用于提供交通信息的全彩 LED 可变情报板单位功耗不宜高于 180 W/m^2 ，双基色 LED 可变情报板单位功耗不宜高于 120 W/m^2 。

8.2.5 收费公路应优先采用电子不停车(ETC)，提升运行效率和服务水平。

8.2.6 设置 ETC 车道时，应减少进入收费广场的 ETC 车辆与其他车辆交叉并线的影响。

8.2.7 收费站交通量大，且交通流潮汐不均衡时，可根据需要设置潮汐收费车道。

8.2.8 机房、结算中心等电子设备集中的地方，自然通风不能满足室内环境参数要求时，应进行散热、冷却系统设计，选择节能的供配电与散热系统。

8.3 照明设施及控制系统

8.3.1 照明设施

8.3.1.1 公路照明设计应根据公路技术等级、交通量、设计时速、路面宽度、环境、季节、时间等条件，合理选择照明亮度指标、光源、灯具、布设方案等设计参数及照明控制策略。

8.3.1.2 照明设施应采用高光效节能光源和高效能节能灯具。

8.3.1.3 公路工程应使用节能的 LED 照明灯具，LED 灯具可选择光源和电源分离的形式。

8.3.1.4 照明光源应高效节能且穿透力强，整灯光效应符合下列要求：

- a) LED 灯应不低于 120 lm/W;
 - b) 高压钠灯应不低于 110 lm/W(250 W 以上);
 - c) 荧光灯应不低于 80 lm/W;
 - d) 金属卤化物灯应不低于 90 lm/W(250 W 以上);
 - e) 其他节能光源应不低于 100 lm/W。
- 8.3.1.5 照明灯具应根据光源的光学特性及热特性要求,选择高效率灯具。灯具效率应符合下列要求:
- a) 开启式灯具应不低于 75%;
 - b) 透明保护罩式灯具应不低于 65%;
 - c) 磨砂、棱镜保护罩式灯具应不低于 55%;
 - d) 隔栅式灯具应不低于 60%;
 - e) 其他灯具应不低于 75%。
- 8.3.1.6 单灯的功率因数不应低于 0.9,系统回路功率因数不应低于 0.95。当功率因数不满足上述要求时,应采取功率因数补偿措施。
- 8.3.1.7 场区照明应根据使用需求分区、分组控制,采用光控、时控等自动控制方式或集中控制方式。
- 8.3.1.8 室内照明应根据功能要求进行分区分组控制。生活、办公类房间宜以最小单元进行控制,建筑物内的楼梯间、走廊等公共区域的照明应选择声光控制、集中开关控制或就地感应控制等控制方式。
- 8.3.1.9 隧道照明应根据隧道所处地理位置、隧道规模、交通量等条件,综合光源光效、灯具效率、配光方案、供电系统和控制方案等因素,选择经济、稳定、能耗低的设计方案。
- 8.3.1.10 隧道照明应根据交通量变化、洞外亮度变化、天气状况等不同工况,制定分级调光或动态调光方案及运营管理策略。
- 8.3.1.11 公路照明设计应充分利用自然光,降低照明需求。

8.3.2 控制系统

- 8.3.2.1 控制系统应包括照明控制器、亮度检测器、车辆检测器、控制信号输出模块以及控制软件等。
- 8.3.2.2 控制器应满足以下技术要求:
- a) 工作环境:
 - 相对湿度: $\leq 98\%$;
 - 环境温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 。
 - b) 接口:
 - 通信接口: 应满足远程调光控制的通信要求;
 - 输入接口: 用于输入亮度和车流量等参数。控制器应至少配置一路 RS485 输入接口、二路模拟量输入接口、二路开关量输入接口,模拟量接口可输入电压或电流信号,电压信号宜 $0\text{V} \sim 5\text{V}$, 电流信号宜 $4\text{mA} \sim 20\text{mA}$;
 - 输出接口: 用于调光控制信号输出。调光控制信号采用模拟量的控制器应至少配置一路 DC $0\text{V} \sim 5\text{V}$ 或一路 DC $0\text{V} \sim 10\text{V}$ 模拟调光输出接口; 调光控制信号采用数字量的控制器应至少配置一路 RS485 数字调光输出接口、一路开关量输出接口; 脉冲宽度调制(PWM)的数字调光控制信号波形频率应 $\geq 200\text{Hz}$, 高电平幅值宜为 $12\text{V} \pm 2\text{V}$, 低电平幅值应为 $0\text{V} \pm 2\text{V}$;
 - 接口物理形式: 控制器宜采用螺钉式印刷电路板(PCB)接线端子,并作永久性标识。
 - c) 断电保护: 断电条件下,控制器内部时钟运行时间应 $\geq 30\text{d}$;
 - d) 可靠性: 平均无故障工作时间应 $\geq 30000\text{h}$;
 - e) 防护等级:
 - 室内安装的控制箱、控制柜防护等级应不低于 IP43;
 - 室外安装的控制箱、控制柜防护等级应不低于 IP65;
 - f) 防腐处理: 采用钢构件材料作外壳时,防腐性能应满足 GB/T 18226 的规定;
 - g) 电气安全性能:
 - 绝缘电阻: 控制器电源接线端子与机壳、控制端子的绝缘电阻应不小于 $100\text{M}\Omega$;
 - 电气强度: 在控制器电源接线端子与机壳之间施加频率 50Hz 、有效值 1500V 正弦交流电压,历时 1min ,应无火花、闪络和击穿现象;

- 接触电阻：控制器应设置安全保护接地端子，接地端子与机壳连接可靠，接地端子与机壳的接触电阻应小于 0.1Ω ；
- 控制器应能在以下条件下正常工作：电压为交流 $220 \text{ V} + 15\%$ ；频率为 $50 \text{ Hz} + 2 \text{ Hz}$ 。
- 8.3.2.3 亮度检测器应满足以下技术要求：
- 亮度检测器的功能应满足 JTG D70/2 的规定；
 - 隧道以外亮度检测器技术指标应满足以下要求：
 - 防护等级不低于 IP65；
 - 测量范围： $0 \text{ cd/m}^2 \sim 7000 \text{ cd/m}^2$ ；
 - 输出信号：模拟量信号输出电压 $0\text{V} \sim 5\text{V}$ 或输出电流 $4 \text{ mA} \sim 20 \text{ mA}$ ，数字量信号 RS485；
 - 亮度检测最大允许误差： $\leq 5\%$ ；
 - 环境温度： $-20^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ ；
 - 相对湿度： $\leq 98\%$ ；
 - 平均无故障时间： $\geq 10000 \text{ h}$ ；
 - 隧道入口段亮度检测器技术指标应满足以下要求：
 - 防护等级不低于 IP55；
 - 测量范围： $0 \text{ cd/m}^2 \sim 500 \text{ cd/m}^2$ ；
 - 输出信号：输出电压 $\leq 5 \text{ V}$ ；输出电流 $4 \text{ mA} \sim 20 \text{ mA}$ ；
 - 最大允许误差： $\pm 5\%$ ；
 - 环境温度： $-20^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$ ；
 - 相对湿度： $\leq 98\%$ ；
 - 平均无故障时间： $\geq 10000 \text{ h}$ 。
- 8.3.2.4 车辆检测器应满足以下要求：
- 车辆检测器功能应满足 JTG D70/2 的规定；
 - 车辆检测器应满足以下技术要求：
 - 防护等级不低于 IP65；
 - 测量范围： $5 \text{ km/h} \sim 200 \text{ km/h}$ ；
 - 检测精度： $\geq 95\%$ ；
 - 具有故障自诊断功能；
 - 环境温度： $-20^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ ；
 - 相对湿度： $\leq 98\%$ ；
 - 平均无故障时间： $\geq 10000 \text{ h}$ ；
 - 防雷接地： $\leq 10 \Omega$ 。
- 8.3.2.5 可调光照明灯具技术要求见附录 A。
- 8.3.2.6 调光控制信号线应选用阻燃控制电缆，截面积宜为 $2.5 \text{ mm}^2 \sim 4 \text{ mm}^2$ 。
- 8.3.2.7 控制软件应满足以下要求：
- 应能采集、存储和查询亮度、车辆通行状态、电压、电流、照明能耗、运行时间和故障信息等状态参数，并生成相关报表；
 - 应能对亮度、车辆通行状态等参数进行分析处理，并输出调光控制信号；
 - 应能完成各种控制信息和指令的上传和下发；
 - 应能执行特殊工况条件下隧道照明调光控制预案，如表 1 所示；
 - 应具备故障监测、报警和响应功能，当隧道照明控制系统故障时，应将隧道内所有照明灯具自动开启到最大亮度；
 - 应能实现对控制系统访问权限的管理；
 - 应支持开放式接口协议，具备可扩展性。

表1 特殊工况条件下隧道照明调光控制预案

隧道特殊工况	工况描述	照明调光控制要求
应急工况	发生交通事故、火灾以及拥堵等需紧急疏散救援的状况	隧道全部照明灯具开启到最大亮度

隧道特殊工况	工况描述	照明调光控制要求
养护工况	隧道日常养护、检修和施工等需特殊照明的状况	隧道作业区照明灯具开启到最大亮度
断电恢复工况	断电恢复时的照明状况	隧道全部照明灯具开启到最大亮度，并维持时间 ≥ 1 min，进入程序自动控制模式

8.4 供配电设施

8.4.1 供配电系统应根据当地电力资源条件，结合场区、室内等实际用能需求，从合理选择电压、提高功率因数、降低线损、降低供电设备损耗、降低管理能耗比例、提高供电质量等方面进行节能设计。

8.4.2 供配电系统设计应兼顾施工临时用电与运营永久用电需求。

8.4.3 供配电系统应根据沿线各用能设施的功能及用能特点配置经济、低能耗的供电设备容量。

8.4.4 变配电点宜靠近负荷中心，减少配电级数，降低电能损失。

8.4.5 公路沿线变电站出线电压可选用 35 kV、10 kV、6 kV、3(3.3) kV、1(1.4) kV、0.66 kV、380 V、220 V 等标称电压，根据所选用电压计算电缆截面，减少电能线路损失。

8.4.6 供电回路在按设计负荷满载工作时，供配电效率应满足下列要求：

- a) 外场设备的供电系统应不低于 80%；
- b) 隧道照明及监控设备的供电系统应不低于 85%；
- c) 服务区及收费站的供电系统应不低于 90%。

8.4.7 高压系统功率因数应不低于 0.95，低压系统应不低于 0.9。自然功率因数达不到上述要求时，应采用电容补偿或智能补偿装置，并符合下列要求：

- a) 对功率因数波动较大的系统应采用智能控制的集中动态无功补偿；
- b) 针对电子设备的负载特性，应考虑系统集中功率因数补偿方式；
- c) 不应通过把无功功耗转为有功功耗的方法提高功率因数。

8.4.8 各级配电变压器应选用节能型变压器，设计负载率宜取 70%~85%。

8.4.9 电网正常运行时，负序电压不平衡度不应超过 2%，短时不超过 4%。当公路沿线布设较多外场单相用能设备时，宜采用三相平衡处理后的单相供电方案，不应采用从三相供电系统中直接引出一相进行供电的方案。

8.4.10 供配电系统应采取抑制高次谐波的有效措施，并符合下列要求：

- a) 在高压进线侧 1 kV 以上电压总谐波畸变率不宜超过 4%；
- b) 在低压出线侧 380 V/220 V 电压总谐波畸变率不得超过 5%。

8.4.11 绿色公路沿线管理与服务设施等场区供配电宜采取下列节能措施：

- a) 空调、消防、照明、机电设备等负荷宜分回路供电和监测；
- b) 动力负荷较大且用电时间集中的场区宜将动力与其他负荷分设变压器；
- c) 空调、电热器等高能耗设备宜采用变频调速等节能技术。

8.4.12 收费车道设备配电箱可设置在靠近站区的收费岛的适宜位置。

8.4.13 隧道动力用电对照明及监控设施有较大影响时，可设动力专用变压器。

8.4.14 绿色公路沿线生活水泵、风机等大功率电机类设备宜采用变频调速或软启动技术。

8.4.15 绿色公路用能设施应根据负荷等级和负载率合理选用应急电源容量，并结合实际情况对不间断电源、应急电源本身无功功耗及谐波进行集中补偿或抑制。当用能设备较多时，应集中在电力接入点进行优化处理。

8.4.16 绿色公路用电能耗的计量与评估应以视在功率作为基准。

8.4.17 供配电设施电力监测与计量应符合下列要求：

- a) 应对变电站输出回路按功能进行监测；
- b) 应对有功电度、无功电度进行计量；
- c) 电力监测与计量装置的准确度等级应不低于 1.0 级，且具有符合行业标准的物理接口，采用标准开放协议。

8.4.18 公路工程应科学选用太阳能、风能等发电技术。应根据当地能源管理政策，合理选择并网或离网系统。离网系统应从市电供电距离、造价、节能量及电池处理等方面进行综合比较后确定。

8.5 给排水设施

- 8.5.1 给排水设计宜采用循环用水、一水多用的节水系统。
- 8.5.2 生活热水供应系统的热源应根据使用要求、耗热量及用水点分布情况，结合热源条件确定，宜合理利用太阳能等可再生能源。
- 8.5.3 生产、生活用水应采用节水器具，卫生器具应选用符合国家和行业现行标准的节水型产品。
- 8.5.4 场区给排水管网应充分利用建筑场地高程，结合公路沿线排水系统合理布置，减少中间提升环节。

8.6 通风空调设施

- 8.6.1 隧道通风应在设计要求基础上采用智能化管理，使风机运转方式与洞内环境参数匹配，应控制风机开启和关停的数量，在保证隧道正常运行状况下降低风机能耗。
- 8.6.2 服务区综合服务楼供暖通风和空气调节系统应根据运营高低峰时段的需求变化，采取分区、分时段温度调节的控制措施。采取间歇运行的空气调节系统，宜设置自动启停控制装置。控制装置应具备按预定时间表或服务区域内是否有人等模式控制设备启停的功能。
- 8.6.3 房屋建筑应根据各单体建筑对室内温度的不同需求，采取对供暖末端设备进行温度智能调节的节能措施。供暖空调系统应设置室温调控装置；散热器及辐射供暖系统应安装自动温度控制阀。
- 8.6.4 空气调节系统的选择应根据房间的面积、层高、位置、各房间要求的参数、冷源、新风量大小等条件，经技术经济比较确定，采暖空调室内计算温度和设计新风量可按本规范附录B的规定取值。
- 8.6.5 空气调节与采暖系统的供冷、供热设备宜集中设置。设备的选择应根据建筑规模、使用要求，结合当地能源条件、环境保护规定等按下述原则综合确定：
 - a) 有城市、区域市政供热时，宜将其作为采暖或空气调节热源；
 - b) 有多种能源(热、电、燃气等)的地区，可采用复合式能源供冷、供热技术；
 - c) 根据项目所在地太阳能、地热源和天然水资源情况，宜合理利用太阳能和地(水)源热泵供冷、供热技术。
- 8.6.6 每个采暖和空气调节房间或调节区域应逐时逐项进行热负荷和冷负荷计算。
- 8.6.7 冷热源的输送应采用经济合理的系统规模、管道布置形式、管道敷设方式和连接方式，降低能耗。

附录 A
(规范性)
可调光照明灯具技术要求

A.1 可调光照明灯具的具体技术要求如下：

- a) 调光控制接口与控制器输出接口匹配；
- b) 高压钠灯可调光电子镇流器应满足 70%~100%的调光范围要求，高压钠灯技术指标应满足 GB/T 13259 的规定；
- c) LED 灯驱动电源应满足 10%~100%的调光范围要求。LED 灯技术指标应满足以下要求：
 - 额定相关色温应为 4000 K~5500 K，初始光效应 ≥ 90 lm/w；
 - 显色指数应不小于 70，眩光要求应满足 GB/T 24969 的规定；
 - 90%额定光通量 \leq 初始光通量 \leq 120%额定光通量。灯具经老化试验后，其光通量维持率应符合表 A.1 的规定；
 - 额定电压为 AC160 V~AC265 V；
 - 防护等级不低于 IP65；
 - 在额定工作条件下灯具实测功率 \leq 额定功率的 110%；
 - 功率因数应 ≥ 0.95 。

表A.1 LED 灯具光通量维持率

老化时间/h	光通量维持率
3000	≥ 96
6000	≥ 92
10000	≥ 86

注：老化时间包括灯具老炼试验时间1000 h。

A.2 无极灯驱动电源应满足 50%~100%的调光范围要求。无极灯技术指标应满足以下要求：

- a) 无极灯启动性能、初始光通量、显色指数和相关色温等指标应满足 QB/T 2938 的规定；
- b) 额定电压为 AC180 V~AC265 V；
- c) 防护等级不低于 IP65；
- d) 在额定工作条件下灯具实测功率 \leq 额定功率的 110%；
- e) 功率因数应 ≥ 0.96 ；
- f) 光效应满足 GB 29142 的规定。

附录 B

(规范性)

采暖空调系统室内计算温度及设计新风量

B.1 采暖系统室内计算温度应符合表 B.1 的规定。

表B.1 采暖系统室内计算温度

序号	房间名称	温度/℃
1	服务设施用房	
	(1) 休息大厅	18
	(2) 走道、公共卫生间、超市	16
	(3) 公共餐厅	18
	(4) 厨房、热加工间	10
	(5) 备餐、制作间	16
	(6) 育婴室、客房	20
(7) 储藏室、库房	10	
2	管理设施用房	
	(1) 办公大厅	16
	(2) 走道、会议室、接待室、多功能厅	16
	(3) 监控大厅	18
	(4) 计算机房、备件室、投包机房	18
(5) 票据室	10	
3	养护设施用房	
	(1) 养护工器具库房	5
	(2) 大型养护车辆机械用房	5
(3) 维修车间	16	
4	加油、加气业务用房	16
5	其他设施用房	
	(1) 办公室、休息室	20
	(2) 职工食堂	16
	(3) 浴室	25
(4) 职工宿舍	18	

B.2 空气调节室内计算温度应符合表 B.2 的规定。

表B.2 空气调节室内计算温度

参数		冬季	夏季
温度/℃	办公用房	18	26~28
	居住用房	20	26~28
	大堂、过厅	18	室内外温差小于或等于10
风速 $v/m\cdot s^{-1}$		0.1~0.2	0.15~0.3
相对湿度/%		30~60	40~65

注：特殊工艺用房的设计参数按设计要求确定。

B.3 室内设计新风量应符合表 B.3 的规定。

表B.3 绿色公路建筑主要房间室内的设计新风量

房间名称	新风量/ $\text{m}^3 \cdot (\text{h} \cdot \text{人})^{-1}$
办公室	30
会议室	35
公共餐厅	20
职工宿舍、值班室	30
服务区休息大厅	10

参 考 文 献

- [1] JT/T 1199.1—2018 绿色交通设施评估技术要求 第1部分：绿色公路
 - [2] 《高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南(试行)》
 - [3] 《公路隧道建设安全风险评估指南》
-