

# 高速公路光缆吹缆敷设施工工法

田旭

浙江省机电设计研究院有限公司

Copyright © Universe Scientific Publishing Pte Ltd

DOI: 1.18686/bd.v1i2.111

出版日期: 2017年2月1日

**摘要:** 光缆气吹敷设法广泛应用在高速公路光缆施工中, 它采用高压气流吹送的方式将光缆吹放到预先埋设的硅芯管中。吹缆机将高压、高速的压缩空气吹入硅芯管, 高压气流推动气封活塞, 这样连接在光缆端部的气封活塞对光缆形成一个可设定的均匀的拉力, 与此同时, 吹缆机液压履带输送机构夹持着光缆向前输送形成一个输送力, 拉力与输送力的组合, 使穿入的光缆随高速气流一道以悬浮状态在管道内快速穿行。

**关键词:** 高速公路; 光缆; 吹敷设; 施工

## 1 工艺工法原理

与其它光缆敷设方法相比, 光缆气吹敷设法在敷设过程中所受的张力比较均匀而且小得多; 敷设过程简化, 敷设光缆速度快; 一次敷设距离长, 可以采用盘长较长的光缆, 减少接头数, 降低了衰耗; 管道线路上人孔、手孔数量可以大大地减少; 敷设作业使用的人力较少。

## 2 工艺工法特点

(1) 本工艺工法所述的施工方法全部在地面施工, 施工便利、快捷、安全。(2) 光缆吹缆工艺选取、光缆安装、吹送光缆的操作、开机停机等施工方法工序明了, 通俗易懂。(3) 本工艺工法详细叙述了光缆吹缆施工注意事项等, 保证了安装质量, 施工过程无返工现象。(4) 工艺流程清晰易懂, 操作人员易于掌握。(5) 操作简便, 可用性强, 可加快施工进度, 缩短工程工期, 提高工程质量。

## 3 适用范围

本工艺工法适用于高速公路光缆、埋地穿管光缆等工程施工。本工艺工法以二河国道主干线陕西勉县至洋县高速公路光缆的施工为例, 其光缆有18芯等, 其他类型光缆的施工可作相应参考。

## 4 主要技术标准

《公路工程质量检验评定标准 第二部分 机电工程》(JTG F80.2-2004) 标准。

## 5 施工方法

光缆施工前进行施工前准备、路由复测和光缆配盘, 为后面的吹缆法敷设光缆奠定了良好的基础。光缆敷设时合理选取吹缆施工工艺参数, 如光缆外径与硅芯管内径的关系、压缩空气压力和液压输送力、合适的作业环境温度、空气压缩机选型, 以及进行密闭实验和管道润滑等, 确保吹缆作业顺利进行。吹缆时要合理进行吹缆长度的设定, 并尽可能选择由上往下的地点进行吹缆作业。

## 6 工艺流程及操作要点

### 6.1 吹缆法光缆敷设流程图

吹缆法光缆敷设流程如图1。

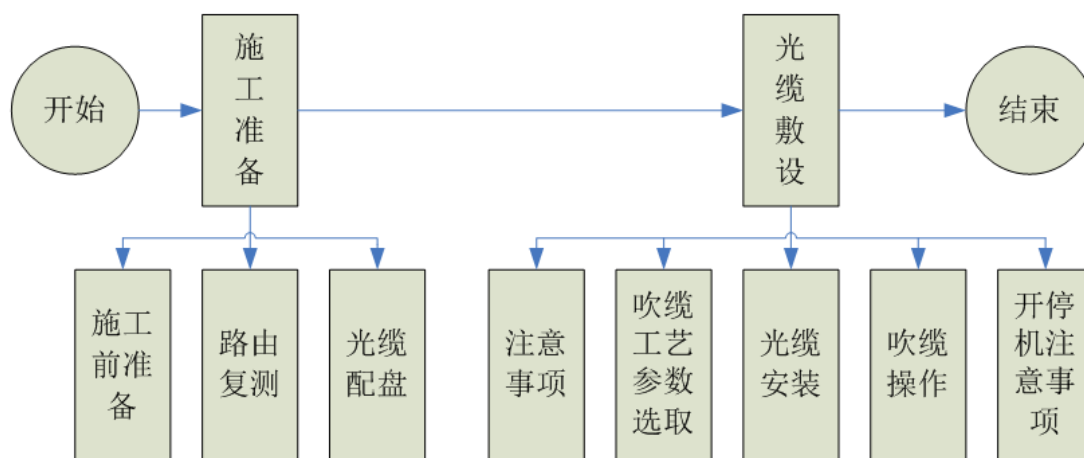


图 1 吹缆法光缆敷设顺序图

## 6.2 施工准备

### 6.2.1 施工前准备

(1) 敷设光、电缆前，应对每盘光、电缆进行主要技术指标检查测试（开盘检查测）。(2) 安装工艺检测。光电缆规格、使用管道孔位、光电缆接续规格和质量、光电缆走向和固定、光电缆防护、光电缆进线和成端质量、配线架安装和配线等。(3) 电缆绝缘电阻测试。全部电缆线及对地的绝缘电阻。

### 6.2.2 路由复测

(1) 核对施工图纸，人（手）孔的距离、管孔的占用、管道的实际丈量长度。(2) 管道的建设情况，如试通重点区段管道等。(3) 局部路由需要变更时，应与建设单位、设计单位协商，按规定办理设计变更手续。(4) 作好复测记录，为布放子管和光缆配盘提供依据。

### 6.2.3 光缆单盘检验

(1) 单盘检验包括以下内容：光缆外观检查、型号、端别，1310NM、1550NM 的衰减系数，光缆波长、光纤背向散射信号曲线，电缆线间绝缘、对地绝缘等。(2) 外观检查时若发现有明显损坏者应做好记录，标识并分析原因。经测试光、电缆无法使用时，将具体情况报工程项目部，并在光、电缆盘上用红漆注明“严禁使用”字样，隔离放置，按《进货检验、试验控制程序》执行。

### 6.2.4 光缆配盘

(1) 光、电缆配盘的依据是路由复测时丈量的管道长度。(2) 按设计型号选配光、电缆。光、电缆自然弯曲按 5%考虑。光缆接头重叠预留 12 米。(3) 光缆在直通人（手）孔内敷设增加长度约 0.5-1 米，应尽量减少接头数量。

## 6.3 光缆敷设

### 6.3.1 注意事项

(1) 光缆敷设端别以施工图设计为准。(2) 人（手）孔裸露光缆用塑料扎带固定，并采用挂塑料牌标记。(3) 局内光、电缆的布放应整齐美观，爬梯及走线架上的光、电缆应塑料扎带绑扎牢固，并挂塑料牌标记。(4) 局内光、电缆预留部分，盘圈绑扎应牢固、美观，并挂塑料牌标记。设备侧预留长度为 15-20 米。(5) 终端和接线板应把独根光纤接到单个光纤引出线并要贮存备用光纤，备用光纤的贮存不应产生微弯曲损耗。光缆的“入”和“出”应端接在同一接线板上。

### 6.3.2 吹缆工艺参数的选取

(1) 一般光缆外径与硅芯管内径之比取 0.35-0.6 范围内，大于 0.6 时，气吹光缆时可能需要更大的液压推力，而且安装距离会受到影响；小于 0.35 时，光缆在硅芯管内有发生折叠的潜在危险，如表 1 所示。

表 1 推荐的光缆外径与硅芯管内径的关系表

光缆外径 (mm)	11	12-13.5	14	15-17	18-21	21.5-25
硅芯管内径 (mm)	24	26-28	28-33	33	33-42	42-50

(2) 压缩空气压力和液压输送力。(a) 最佳的压缩空气压力和液压输送力取决于每次作业时的不同工况，对于液压输送力，在吹缆机开始阶段要低一些，当进入硅芯管内的光缆较长时，逐渐增加液压输送力。另外，在相对于管道来说直径较小的光缆进行吹缆作业时，建议对液压输送力进行限制，以减小光缆在管道中被折叠的潜在危险。(b) 由于光缆前端的牵引力等于有效截面积（管道的截面积减去光缆的截面积）乘以压缩空气压力，故有效截面积越大，光缆上的牵引力也就越大。例如，在内径为  $\phi 33\text{mm}$  的管道中吹放  $\phi 15\text{mm}$  的光缆，在  $1\text{MPa}$  的压缩空气压力下施加在光缆上的牵引力为  $679\text{N}$ ，在  $1.2\text{MPa}$  的压缩空气压力下施加在光缆上的牵引力为  $815\text{N}$ ；在内径为  $\phi 42\text{mm}$  的管道中吹放  $\phi 20\text{mm}$  的光缆，在  $1\text{MPa}$  的压缩空气压力下施加在光缆上的牵引力为  $1071\text{N}$ ，在  $1.2\text{MPa}$  的压缩空气下施加在光缆上的牵引力为  $1285\text{N}$ 。

(3) 合适的作业环境温度。适宜的作业环境温度是  $6\text{-}32^\circ\text{C}$ 。环境温度低于  $6^\circ\text{C}$  建议使用空气管路加热器；环境温度高于  $32^\circ\text{C}$  时，过热的压缩空气对光缆及塑料管有害，这时考虑使用压缩空气冷却器。

(4) 空气压缩机选型。(a) 空气压缩机的选型对气吹敷设距离的影响也较大，空气压缩机输出压力越高，施加到光缆前端的牵引力也就越大，空气压缩机的排气压力应不小  $1.2\text{MPa}$ 。(b) 空气压缩机的输出流量也非常重要，当光缆在塑料管道中行进的时候压缩空气的流量应能够补偿吹缆系统中的空气泄漏，塑料管的直径大，空气压缩机的流量也应相应增大。(c) 对于内径为  $\phi 26\text{-}\phi 33\text{mm}$  的塑料管，空气压缩机流量不小于  $9\text{m}^3/\text{min}$ 。对于内径大于  $\phi 33\text{mm}$  的塑料管，空气压缩机流量不小于  $12\text{m}^3/\text{min}$ 。

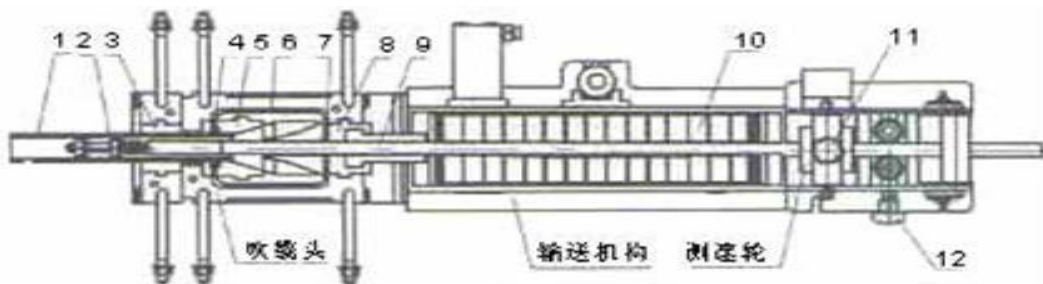
(5) 检查塑料管道的密封性

用本机配套工具“GDJ50 型管道密封检测装置”对塑料管道进行密封性试验，确认塑料管道不漏气后方可进行光缆的吹送作业。

(6) 对塑料管道进行预润滑，尤其是非硅芯管，采用光缆吹缆专用预润滑剂对塑料管道进行预润滑，以期达到最佳的一次吹缆敷设长度。以  $0.2\text{-}0.4$  升/公里的润滑剂用量注入塑料管道内，装入专门的润滑海绵塞，通过输入压缩空气来推动润滑海绵塞穿越塑料管道，从而达到均匀预润滑塑料管道内壁的目的。

6.3.3 光缆的安装

光缆依次穿过导向机构、测速轮、输送机构、吹缆头，光缆头部通过光缆网套与气封活塞连接。调整各部分机构，设定好各控制参数。其吹缆机示意图和各部分结构如图 2 所示。



- 1.管子      2.气封活塞      3.管子夹紧块      4.管子密封圈      5.集流嘴      6.零形密封圈条
- 7.光缆密封圈      8.腰形夹头      9.导向套      10.橡胶摩擦片      11.测速轮调节把手      12.重直导向轮调节把手

图 2 吹缆机和各部分结构示意图

### 6.3.4 吹缆机吹送光缆的操作

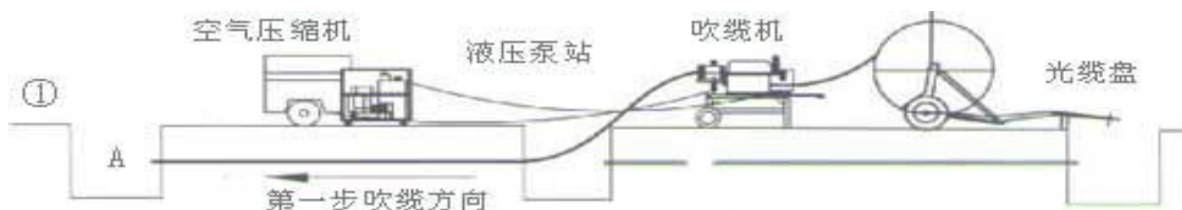
(1) 当以上各项准备工作完成后,即可开始进行吹缆作业。(2) 因为吹缆机工作的主要参数是控制光缆的气吹敷设速度和气封活塞的牵引力及输送机构的输送力。(3) 缓慢打开压缩空气进气球阀,通过改变阀门开口大小来控制气封活塞对光缆的牵引力。当光缆送进的距离较近时,阀门进气口开启要小,以后要逐渐加大直至完全打开。(4) 操纵控制台上的调速手柄用来控制光缆的敷设速度,通过这种方法,当光缆前端的牵引力过大时可以牵制光缆的进给速度,当气压显得不足时又能提供辅助的推力,使光缆在行进时所用的吹力更小;光缆的输送速度一般控制在  $8\sim 80\text{ m/min}$  之间。通常以  $70\text{ m/min}$  为宜。

(5) 当光缆被输送的距离较远时,可以通过调节操纵控制台上的调压手柄来增大液压马达的输出扭矩,从而可以获得适宜的输送力。(6) 当光缆到达预定点后,即气封活塞已从管内出来(此时空气压力将急剧减小),位于管端的观察人员应及时提示吹缆机的操作人员马上停机,停止向管内输送光缆,即完成一段光缆的气吹敷设作业。(7) 倒缆作业,即向“光缆倒线装置”内输送光缆,目的是将原线缆盘上剩余的光缆倒出,找出另一个端头,为向反向吹送光缆做准备。采用“光缆倒线装置”可以省去人力倒盘“8”字的工作,省时省力,提高工作效率。倒线作业中应注意不要弄脏光缆,以免影响光缆后续气吹施工。

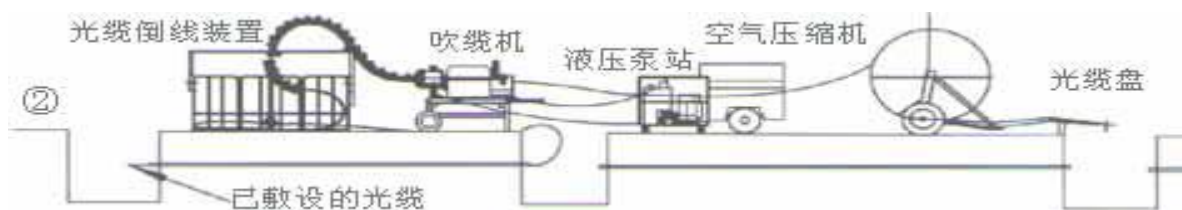
### 6.3.5 开机与停机及注意事项

(1) 开机与停机顺序:开机时,先开吹气阀门,再启动输送机构;停机时,先停输送机构,再关闭吹气阀门。(2) 当光缆吹放到位后,应及时停止输送机构的输缆工作和关闭进气阀门。(3) 单机双向敷设光缆的施工步骤如图 3。

第一步:向 A 端吹送光缆



第二步:向倒缆装置内盘放光缆



第三步:向 B 端吹送光缆

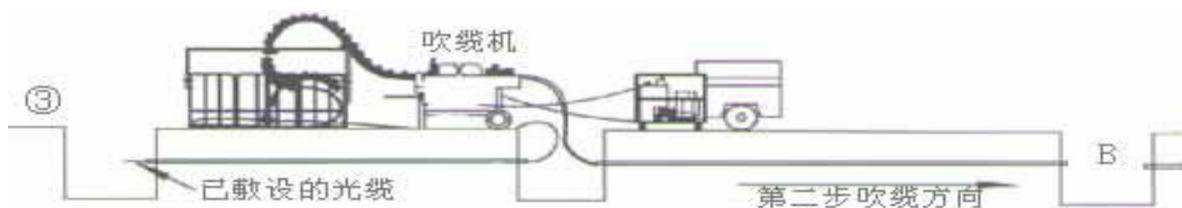


图 3 单机双向敷设光缆的施工步骤图

## 6.4 吹缆注意事项

### 6.4.1 通常情况下,一台吹缆机一次可吹送光缆 1000m-2000m 距离

### 6.4.2 实际操作中影响吹送光缆长度的因素主要有以下几个方面

(1) 地形地貌及硅芯管敷设质量的影响。当路由比较平坦,且硅芯管敷设比较平直时,吹缆的速度和长度都比较理想。在吹缆段内有单一曲率半径较大的弧度(左右或上下)时,对吹缆的速度和长度稍有影响。当硅芯管的弧度较小,特别是出

现“W”形的弯曲时，影响较大。所以在路由选择时应尽量避免这些情况，硅芯管敷设时，沟底应平直，硅芯管应尽量少出现连续的左右和上下弯曲。（2）光缆外径与塑料管道内径之比。（3）光缆的单位长度重量及外皮材料（一般地，采用外皮为中密度聚乙烯的光缆气吹效果较好）。（4）空气压缩机的性能参数。（5）施工时报环境温度和湿度。

**6.4.3 吹缆点的选定，在上下坡的地段，尽可能选择由上往下吹的地点**

**6.5 操作要点**

（1）吹缆前应检查塑料管道的密封性：用本机配套工具“GDJ50 型管道密封检测装置”对塑料管道进行密封性试验，确认塑料管道不漏气后方可进行光缆的吹送作业。（2）对塑料管道进行预润滑，尤其是非硅芯管，建议采用光缆吹缆专用预润滑剂对塑料管道进行预润滑，以期达到最佳的一次吹缆敷设长度。（3）吹缆时要合理进行吹缆长度的设定，并尽可能选择由上往下的地点进行吹缆作业。（4）应按照操作应用说明正确安装光缆，保证吹缆作业的质量和进度。

**7 劳动力组织**

（1）本项工程施工过程中，主要有施工组织人员、技术人员和各分工程施工人员。（2）施工组织人员针对本工程实际情况，熟悉本工程的一些管理事项，包括工期、质量、环境、安全等。（3）光缆敷设人员负责光缆的装机、吹缆以及与后续工程的施工配合。（4）光缆人员负责光缆的倒盘、有问题处的开挖等工作。（5）以一盘光缆（2Km）敷设为例，本项工程需要管理人员 1 人，技术人员 1 人，光缆敷设人员 3 人，杂工 2 人，施工人员可交叉使用。其中，光缆到盘需要 4 人，光缆敷设需要 3 人，有问题处开挖需要 2 人，一盘光缆（2Km）正常情况下吹缆敷设大约需要 2 个小时左右。（6）劳动力具体组织如表 2。

表 2 劳动力组织情况表

序号	单项工程	所需人数	备注
1	管理人员	1	
2	技术人员	1	
3	敷设人员	2	
4	杂工	2	
	合计	6 人	

**8 材料与设备**

本工艺工法无需特别说明的材料，采用的机具设备见表 3。

表 3 设备安装主要施工机具和主要测试仪表

项次	主要设备名称	设备型号	数量	单位	用途
1	汽车		1	台	载运吹缆机和空压机
2	空压机		1	台	为吹缆机提供动力
3	吹缆机		1	台	吹缆施工应用
4	铁锹		2	把	开挖吹缆问题处
5	洋镐		1	把	开挖吹缆问题处

**9 质量控制**

**9.1 易出现的质量问题**

（1）吹缆气压的设定；（2）吹缆前管道的润滑。

**9.2 质量保证措施**

（1）各种设备、构件在运输过程中必须有可靠的保护措施。（2）吹缆前应检查塑料管道的密封性。（3）对塑料管道



进行预润滑，尤其是非硅芯管，采用光缆吹缆专用预润滑剂对塑料管道进行预润滑，以期达到最佳的一次吹缆敷设长度。吹缆时要合理进行吹缆长度的设定，并尽可能选择由上往下的地点进行吹缆作业。（4）应按照操作应用说明正确安装光缆，保证吹缆作业的质量和进度。

## 10 安全措施

### 10.1 主要安全风险分析

（1）个人防护风险。（2）吹缆机操作风险。（3）电缆盘位置风险。

### 10.2 保证措施

（1）施工作业区域内应穿戴个人防护装备：安全帽，安全眼镜，安全手套，安全鞋。（2）操作者不能站立于松软的地面上。（3）当进行吹缆操作时，应尽量远离输气管和硅芯管。（4）当空压机在使用时应远离人孔。（5）吹缆机只能用于吹缆。不要使用没有气块组件的传送带直接推或拉光缆。（6）电缆盘不要离吹缆机太近，为确保正常的控制应将电缆盘置于适当远的地方。（7）不要损坏减压阀。（8）吹缆时硅管末端应有人值守。（9）吹缆机工作时，手应远离驱动部分。

## 11 环保措施

（1）在工程施工过程中严格遵守国家和地方政府下发的有关环境保护的法律、法规和规章。（2）加强对施工燃油、工程材料、设备、废水、生产生活垃圾、弃渣的控制和治理，遵守有防火及废弃物处理的规章制度。（3）将施工场地和作业限制在工程建设允许的范围内，合理布置、规范围挡，做到标牌清楚、齐全，各种标识醒目，施工场地整洁文明。（4）对施工中可能影响到的各种公共设施制定可靠的防止损坏和移位的实施措施，加强实施中的监测、应对和验证。同时，将相关方案和要求向全体施工人员详细交底。（5）优先选用先进的环保机械，发电机发电时要远离人员聚集地方，有条件时采取隔音、消音设施等降低施工噪音，同时尽可能避免夜间施工。（6）完工时应堵塞各种孔洞，清理现场的垃圾，保持现场清洁卫生；工程车辆要及时整修，以免出现漏油现象等。

## 12 效益分析

（1）应用本工法敷设的光缆，减少了施工机具，加快了施工进度，保证了施工人员和设备的安全，节约了费用，保证了工程质量。（2）整个工程共敷设光缆 66.8Km，施工过程中材料控制得当，施工方法合理，无返工现象，每道工序一次验收合格，缩短了工期，且工程质量优良，创造了良好的社会和经济效益。

## 13 施工图片



图 4 倒盘 1



图 5 倒盘 2

## 参考文献

- [1] 孙学康, 张金菊编著. 最新通信线路工程设计、施工、维护与光纤通信新技术[M]. 北京人民邮电出版社.
- [2] 通信建设工程安全生产操作规范. 中华人民共和国工业和信息化部发布. 北京邮电大学出版社.
- [3] 周秋萍, 成文虎, 任方惠, 张会爽, 常金平. 光缆施工技术及其质量控制措施[J]. 石油工程建设, 2008(3).