

嵌入式跑道中线灯安装精度控制技术

詹富帝, 苟圣, 李祥龙

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川成都 610213)

摘要: 机场助航灯光是为飞行器在夜间或低能见度的情况下起飞、着陆、滑行提供目视引导而设于机场内规定地段的灯光标志的总称。在机场改扩建工程中, 助航灯光系统改造的重要性不容忽视, 其中嵌入式跑道中线灯的安装更是助航灯光改造工程中的重中之重。嵌入式跑道中线灯的安装精度是否准确将直接影响飞行器在夜间或低能见度情况下起飞、着陆的安全。因此, 施工过程中如何控制嵌入式跑道中线灯的安装精度成为助航灯光改造工程中的重难点。阐述了所采用的安装精度控制技术。

关键词: 助航灯光系统; 嵌入式跑道中线灯; 安装精度控制技术; 桂林机场

中图分类号: U415.6; U415.1; U416; U421

文献标志码: B

文章编号: 1001-2184(2023)05-0032-03

Control Technology of the Installation Precision of the Embedded Runway Centerline Light

ZHAN Fudi, GOU Sheng, LI Xianglong

(Sinohydro Bureau 7 Co., LTD., Chengdu Sichuan 610213)

Abstract: Airport navigation lighting is the general name of light signs set in specified sections of the airport to provide visual guidance for aircraft taking off, landing and taxiing at night or in low-visibility conditions. In the airport reconstruction and expansion project, the importance of the renovation of the navigation lighting system cannot be ignored. The installation of the embedded runway centerline lights is the top priority in the navigation lighting renovation project.

Key words: Navigation lighting system; Embedded runway centerline light; Control Technology of the installation precision; Guilin Airport

1 概述

机场目视助航灯光系统是为了引导飞行器安全降落跑道的一种辅助性手段, 虽然其作为辅助性手段, 但其重要性却不容忽视。在夜间或天气状况较差的环境中, 开启助航灯光系统可以非常直观、清晰地反映出机场飞行区的轮廓。助航灯光系统可以采用不同颜色、不同形式的灯具准确地标识出跑道、滑行道的位罝, 便捷地指引飞行器安全顺利地降落在跑道道面上, 直至引导到指定的停靠点^[1]。

某机场助航灯光改造项目的跑道中线灯、跑道边灯、跑道警戒灯、跑道入口灯和末端灯等设施大量地采用嵌入式灯具埋设于跑道范围内。然

而, 在飞机行进范围内的灯具安装施工工艺是飞机安全保障的第一要素。对于飞机道面, 要求其相对平整, 绝对不允许存在较大的隆起或凹陷。灯具安装的凸出高度直接影响到飞机的通过性和灯光的照射角度以及灯具的安装线性、间距与水平度, 因此, 灯具安装的准确性及精密性是引导飞机起降的重要因素之一。而跑道中线灯作为飞机滑行时靠近轮胎最近的灯具且用于标明跑道中线位置、指引驾驶员舵向的重要指标, 其安装质量与精准度要求最高。通过对桂林机场助航灯光改造项目嵌入式灯具安装施工精度控制技术进行总结, 阐述了助航灯光系统改造工程中对嵌入式跑道中线灯安装精度采取的控制措施。

2 助航灯具安装精度的控制要点

(1) 灯具安装线性: 中线灯为多组灯具且沿跑

收稿日期: 2023-05-10

道中线等距布置,其灯具串联所展现的线性对飞机驾驶员具有引导指向作用。根据相关施工验收规范要求:中线灯直线段的左右允许偏差为 ± 10 mm,灯间距允许偏差为 ± 30 mm^[2]。

(2)灯具高程的控制:灯具高程的控制受道面高度影响。灯具安装过高会造成道面凸起,可能会造成飞机行驶中轮胎颠簸,严重时会造成轮胎而造成事故;灯具安装过低会造成灯光照射角度不足而导致驾驶员在驾驶舱内看不见灯具。根据相关施工验收规范要求,需要将灯具安装高度与道面高度控制在 $0\sim-2$ mm。

(3)灯具安装角度:中线灯为双边定向角度灯,其灯具安装水平角及仰角根据其使用要求为固定角度,安装后的灯具水平度及垂直度必须满足相关规范要求。

(4)灯具安装的稳定性:通常将灯具底座固定在道面上,其底座周围与道面之间存在 11 mm左右的缝隙,在满足灯具固定的要求下,其还应能承受飞机起降对灯具造成的冲击力。

3 施工过程采取的管控措施

3.1 施工工艺流程

人员、材料、工具准备→测量复核灯位→标识转孔边线→标准口径钻孔剔除→安装灯具底座→检查水平、高程、朝向→连接电缆及灯具插头→密封导线进出口→清洁密封胶沟槽→紧固螺栓(母)→槽内灌胶→通电试灯。

3.2 测量定位

测量控制网以机场坐标(或测量方格网)和道面板块图纸为基准,依据机场提供的已知控制桩,按照作业面区域范围增设加密控制桩,并将加密好的子桩与母桩进行反复联测、直至逐点完全闭合。

灯具的定位按照建设单位提供的设计标准和图纸以机场跑道中心线为基准确定每个灯具的坐标点。使用全站仪确定灯具安装的中心点并做好标识,定位时,以多组灯具为一批次,每批次标识好点位后,通过上批次定位点再用卷尺测量灯位的间距与跑道边缘的距离进行复核,发现误差及时调整,将误差控制在允许范围内,待其无误后标识出灯具轴线并做好真实的原始记录。

测量使用的定位测量仪器及钢尺必需经过技术监督部门校验,以减小电气、土建施工时的测量误差。

3.3 形成灯坑

(1)标识转孔边线:根据灯具安装的定位中心点,利用事先制作的灯孔模板标记出钻孔位置、尺寸和灯具编号。

(2)道面钻孔:钻孔机的钻头直径必须根据灯具的型号选择比灯底座直径大 2 cm的孔径,钻头直径尺寸的偏差不得超过 $+5$ mm,钻进深度必须根据灯座安装的高度要求($+1.5$ cm)进行标记。为防止钻头跑偏,应利用固定钻头对灯孔形成中心固定孔,再使用取芯钻头对准标记线使钻头垂直、平稳地切入道面,切割过程中需加水冷却钻头。在钻孔机下铺垫无纺布,以防止因剧烈震动导致的孔边缘不光滑齐整。钻孔过程中,在钻头周边放置海绵用以吸收泥浆水并将其回收至垃圾桶内,钻孔完成后,及时对道面污染泥浆进行清理,做到灯孔周边清洁。

(3)破碎灯孔:先使用自制的围挡将预破碎的灯位围起,防止破碎时的碎屑残渣污染道面。操作人员需配带护目镜。使用风镐击碎孔芯,取芯时必须注意不能用风镐杆靠孔边硬撬,以免伤及灯孔边缘影响到灯具安装后的美观度。剔除灯孔后将大块碎渣装桶,使用大功率吸尘器将灯孔内外的残渣及时清理,配合使用吹风气枪使其干燥,直至满足安装灯具的条件。灯孔形成后应检查灯孔的深度及灯孔底部是否平整,避免出现较大高差影响到灯具底座的安装。

3.4 安装灯具的底座

(1)接入电源线:将灯坑内存的污水及脏物清理干净,打开二次线保护管两端的封堵,取出土工布、拉直铁丝,两端配合拉动铁丝以确定管内畅通、无杂物,将预埋管接头与灯底座接一根长度为 $100\sim 150$ mm的金属软管以便于日后检修时抽线。利用穿线机将二次电缆穿管接入电源线,并在灯箱内预留 30 cm的余线。

(2)安装底座:用刷子和清水洗干净灯坑壁,对灯具外壳(粘合处)用丙酮擦净。使用调匀的硅酸盐膨胀水泥浆(配比为水泥:水为 $1:0.4$)均匀地将灯坑周围的底部涂刷一层,厚 $1\sim 2$ mm,然后用搅拌均匀的 525 号硅酸盐水泥砂浆(配比为水泥:中砂:水为 $1:1:0.3$)填至设计高度灯具底座下面 $+10$ mm位置时,将灯具底座放入灯坑并来回扭动底座、充分排出气体,利用橡胶槌

和垫木配合短水平尺进行调整,必须保证灯具最终的上平面高度与道面满足相关规范要求,且灯座与道面必须保持绝对水平。此时采用特制的安装夹具调整灯具的中心点,并对灯具底座进行固定,防止灯具跑位。一定要校准灯具发光口的方向和颜色标识,通过旋转灯具底座的方式调整灯具的发光方向,经复核无误后,再用上述砂浆对灯具底座四周间隙填充至距道面2 cm处,采用环铁固定片均匀捣固并找平,待砂浆强度达到相关标准后,再用硅酮胶浇筑一圈灯具待填间隙以起到减震防水功能。在砂浆强度未达到固定值前,灯具不准承受任何压力以防止其移位和下沉^[3]。

(3)检查水平、高程与朝向:在灯具底座安装过程中,对灯具底座进行抄平找正,除灯具中心对准测量时给定的中心线外,还需检查灯具底座边缘上表面与其周围的道面高差及发光方向。因道面具有坡度,故应以近邻灯具在下坡一侧的道面高度为准。灯具底座高度 h_1 与道面高度 h_2 应符合下列关系同时用水平尺操平: $-2\text{ mm} \leq h_1 - h_2 \leq 0$ 。养护完成后,将沟槽内的积水、杂物等清除干净,灌入硅酮胶且其与道面齐平。逐个检查灯具的轴线、水平、灌注复合物和灯间距离并作原始记录;同时还要查看所装灯具光窗口颜色是否符合设计要求相符。灯具调整完毕,在灯底座与灯坑间灌入M30混凝土砂浆并需保证其密实度,其与道面的高度必须保证在 $\pm 0 \sim 2\text{ mm}$ 内的要求。

3.5 安装灯具

(1)检查灯具:打开灯具包装纸箱,检查灯具外观有无损坏、灯头线有无破损、发光颜色是否正确、密封圈是否良好等。

(2)二次接头:清洁电气接点的接触面,保证其接触良好;留足余线,务必使导线连接后不会承受拉力或扭曲力;连接好二次线并严密密封,密封导线的进出口。

(3)灯具的连接:将余线盘入线坑内,插好插接头,清洁灯具密封圈的沟槽,放好密封圈及灯盖,用力矩扳手紧固螺栓,逐步对称拧紧灯具的不锈钢紧固螺栓(母),使灯具密封良好。对于嵌入式灯具灯体、灯座的紧固应按生产厂家的要求选用适当的转矩形扳手。当生产厂家无此要求时,应根据气温的高低选用 $3.5 \sim 2.5\text{ kg} \cdot \text{m}$ 的力矩^[4];

(4)槽内灌胶:在灯具周围预留槽内灌注粘接

胶,其高度不得高于灯具底座的上表面。

4 所取得的质量控制效果

桂林机场助航灯光改造项目之嵌入式中线灯施工采用的施工工艺切实有效地保证了跑道中线灯的安装精度。通过完工后对灯具进行的复测得知:所有灯具的安装质量误差均满足相关规范要求。通过对机场助航灯光嵌入式灯具安装工艺进行对比得知:本项目所采用的工艺施工更简单,定位更准确,安装精度高。

根据具体的灯具使用需求,该项目灯具底座的稳定度要求较普通机场高。针对这一要求,项目部经多项对比后最终决定采用M30砂浆塞缝工艺保证了灯具底座稳固,并对其上半部分采用硅酮胶浇注。相较于常见工艺采用P606胶柔性材料固定灯具底座,采用M30砂浆固定灯具底座使其更加稳固,底座不易变形,对飞机起降冲击的影响更小,而且避免了灌胶方式低温下不凝固的现象,缩短了冬季施工工期和材料费用,减少成本^[5]。

5 结语

助航灯光作为夜间飞机航行的眼睛,其作用不可忽视。而嵌入式跑道中线灯作为指引跑道中线的重要灯光且其嵌入在道面中线上,其安装质量更是飞机起降安全保障的重中之重。本案例以中线灯安装为例,从施工角度对灯具安装的线性、角度、高程控制、稳定性几个关键控制点进行了叙述,所取得的经验对采用同类施工方法的项目施工具有借鉴和参考意义。

参考文献:

- [1] 民用机场飞行区技术标准, MH/T5001-2021[S].
- [2] 民用机场目视助航设施施工质量验收规范, MH/T5012-2022[S].
- [3] 王刚,樊瑞峰,张力友. 机场助航灯光深桶灯安装工艺的探讨与应用[J]. 内蒙古科技与经济, 2021, 40(19): 111-112, 114.
- [4] 王晓强. 民航机场助航灯光系统探究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(21): 223-224.
- [5] 梁岩松,张云青. 民航机场贯彻国防要求助航灯光设计研究[J]. 民航学报, 2021, 5(5): 28-31.

作者简介:

詹富帝(1991-),男,四川成都人,项目工程部主任,工程师,学士,从事市政、机场工程施工技术与管理工作;
苟圣(1994-),男,四川阆中人,项目工程部主任,助理工程师,从事市政、机场工程施工技术与质量管理工作;
李祥龙(1996-),男,黑龙江双鸭山人,助理工程师,学士,从事机场、房建及市政项目施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)