

[类型] 工艺工法微改进

[关键词] 隧道钢拱架，弧形量测扣尺装置

隧道钢拱架弧形量测扣尺装置

JWC2020-015

中交四公局第二工程有限公司

徐峰、张倩、陈安成、朱超文、吴赞、刘立岗

1. 成果简介

1.1 技术背景

在国内隧道施工过程中常出现钢拱架加工不标准，加工质量参差不齐现象，主要表现在钢拱架扭曲、钢拱架弧度不标准，难以控制。钢拱架加工的质量好坏，将会影响安装的质量，钢拱架加工不规范容易造成钢拱架安装困难、安装后不符合要求以及耗费更多的人力，甚至会耽误工期。为解决上述问题，全方位推进品质工程建设，不断优化施工工艺及技术，江玉高速公路 TJ2 标在隧道钢拱架生产加工质量控制上进行钻研，通过不懈努力，成功研究了一把简洁精准的用于隧道钢拱架弧形量测的扣尺。

1.2 解决的主要问题

在隧道工程施工建设过程中，有时会因拱架加工不合格，拱架内径小于设计半径，拱架受力不均，导致初支发生变形过大，导致开裂、侵限、初期支护承载力下降或钢筋保护层不合格等情况，需进行换拱处理。换拱时需暂停掌子面掘进施工，延误工期，且施工难度大，安全风险系数高。弧形量测扣尺的应用有效控制了拱架内径大小，克服初支拱架侵限问题的发生，极大程度上提高钢保合格率、加快施工效率，缩短隧道建设周期。

1.3 适用范围

隧道钢拱架弧形量测扣尺装置可广泛应用于公路水运工程隧道施工钢拱架加工质量控制。

1.4 技术特点

隧道钢拱架弧形量测扣尺装置与传统钢卷尺量测相比，弧形量测扣尺具有结构简单，精确度高，量测方便等优点，避免了使用钢卷尺测量后，计算复杂，量测数据误差较大等缺点，数据准确性得到很大程度上的提高，在拱架加工过程中采用弧形量测扣尺，有效提高拱架出厂合格率，确保钢拱架质量验收合格。

2. 技术内容

2.1 工作原理

为了严格控制拱架弧度，提升钢拱架加工质量，项目成功研制了隧道钢拱架弧形量测扣尺。弧形量测扣尺由扣尺和附在扣尺上能滑动的副尺组成，扣尺全长 200cm，副尺全长 100cm，在使用过程中，由扣尺卡至钢架弧形内侧，伸缩副尺至钢架内侧弧顶，量测弦高 H，利用勾股定理相关公式（详见：弧形量测扣尺内径量测公式）求出实际拱架内径与设计半径对比，以此判断钢架加工是否符合设计及规范要求，根据设计半径做出相应调整，避免初支拱架侵限，保证钢筋保护层厚度。

弧形量测扣尺内径量测公式：

$$\textcircled{1} (R_{\text{实}} - H)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2 = R_{\text{实}}^2$$

$$\textcircled{2} (R_{\text{实}} - H)^2 = R_{\text{实}}^2 + H^2 - 2R_{\text{实}}H$$

联立①、②两式得③：

$$\textcircled{3} R_{\text{实}} = \frac{H}{2} + \frac{B^2}{8H}$$

需满足 $R_{\text{实}} = R_{\text{设}}$ ；

注： $R_{\text{实}}$ ——拱架实测内径

$R_{\text{设}}$ ——拱架设计内径

H——弦高（副尺读数）

B——扣尺长度

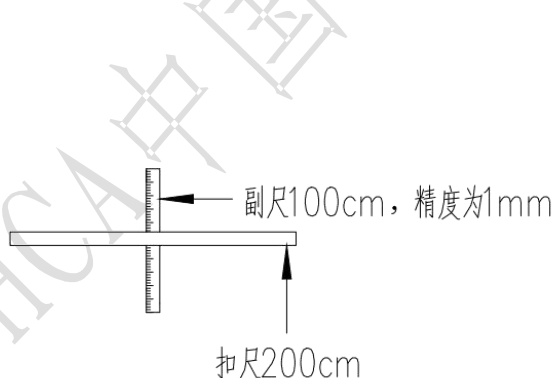


图 1 弧形量测扣尺设计大样图

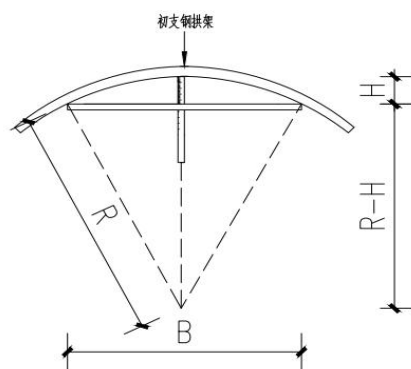


图 2 弧形量测扣尺工作原理图

2.2 工艺流程

- (1) 钢拱架加工
- (2) 扣尺量测
- (3) 与设计尺寸对比

- (4) 拱架验收
- 1) 验收合格
 - 2) 验收不合格返厂再加工
- (5) 拱架出厂安装

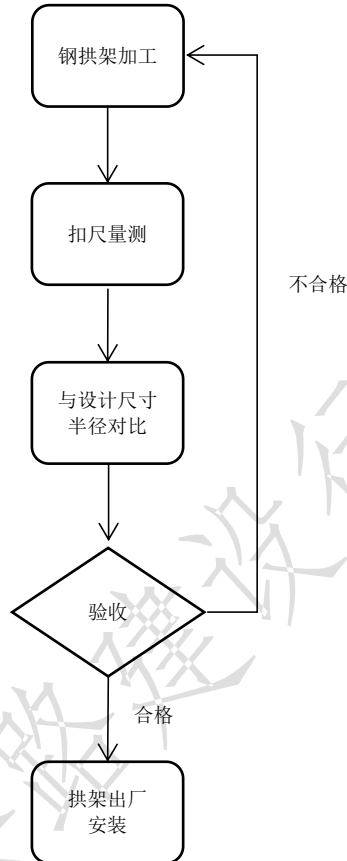


图 4 拱架弧形量测扣尺使用流程图

3. 应用效果

(1) 弧形量测扣尺量测钢拱架半径推算可精准到 5 毫米，能更高效更精确的量测出钢拱架半径，减少了量测误差，消除了以往的钢卷尺量测所产生的量测误差及计算误差，为以后隧道钢拱架施工提供了比较重要的参考依据。

(2) 经制作安装弧形量测扣尺并实际应用到现场施工检测，采用此种弧形量测扣尺进行钢拱架量测，每套弧形扣尺进行一榀钢拱架量测可节省量测及计算时间大约 10 分钟，测量人员可减少一人，节省人工费 200 元/天。

(3) 此种弧形量测扣尺适用所有隧道拱架量测，使用方便，单人操作就可以精准完成量测，当下市场上均无这方面扣尺，具有较高的推广价值。



图 5 拱架弧形量测扣尺现场使用图

4. 推广应用前景

4.1 应用前景

通过本项目弧形量测扣尺的应用,在初支拱架出厂验收过程中有效避免了原始钢卷尺量测精确较低、误差较大、计算复杂、拱架验收效率偏低的问题,也从源头上控制了目前国内较普遍的隧道建设施工过程中因拱架加工不满足设计要求,拱架内径小于隧道设计半径,造成初支侵限,影响钢筋保护层的质量通病问题。

4.2 进一步推广应用建议及注意事项

为进一步推广弧形量测扣尺的应用,使卡尺量测程序化、智能化、数据化,应引入红外测距技术,轻筒弧形量测扣尺结构,提升量测精度,简化量测过程,提升综合性能。